工場・倉庫・蔵のコンバージョンに関する空間構成の研究

ー挿入された入れ子と建物用途に着目してー

東京理科大学
工学部建築学科
坂牛研究室

4117010　石崎　晴也

指導教員　坂牛　卓

Abstract

A SUTUDY OF THE SPATIAL COMPOSITION OF BUILDINGS CONVERTED FROM FACTORIES AND WAREHOUSES

Focusing on inserted nesting and building use

Haruya ISHIZAKI

Nesting is a typical method seen in factory and warehouse conversions. The purpose of this study is to clarify the function and form of the space created when nesting is inserted, and the relationship between the both inner/exterior aspects of nests from the perspective of building use. It can be concluded that,

1. In the case of houses and galleries, there are many surplus spaces that take advantage of the relationship between existing architecture and nesting.
2. In the case of offices, there is a strong visual connection between the workplace inside and the exterior of the nest.
3. In the case of commercial facilities, nesting separates customer and employee territories.

目次

梗概

工場・倉庫・蔵のコンバージョンに関する空間構成の研究
ー挿入された入れ子と建物用途に着目してー

坂牛研究室 4117010 石崎 晴也

1.序
1.1. 研究の背景と目的

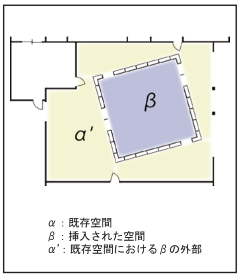
近年、生産保管施設である工場·倉庫·蔵が、産業構造の変化等に伴う需要の減少によって、他の用途に転用される事例が多く見られる。リノベーションに関する記事が増加し始めたと指摘されている[注1)]1995年以降、『新建築』『新建築 住宅特集』では38の工場·倉庫·蔵の転用事例が存在し、その中の17事例では既存建築の大空間を活かした入れ子状の構成が見受けられ、その他の建物用途からの転用と比較して固有な点であるといえる。本研究では、工場·倉庫·蔵の入れ子状のコンバージョンの際に生まれる空間の機能と形態特性、内外の関係性を、建物用途の観点から明らかにすることを目的とする。

1.2. 既往研究

工場·倉庫·蔵のコンバージョンに関して、コンバージョンの操作類型やその意匠性に関する研究等[注2)][注3)]は存在するが、新たに生まれる空間の特性、内外の関係性やその機能、建物用途毎の傾向の観点から論じている研究はない。

1.3. 研究対象

本研究では1995年1月から2020年6月までの『新建築』『新建築 住宅特集』に掲載されている工場·倉庫·蔵からコンバージョンを行った事例の中でも[注4)]、さらに既存空間αに対し挿入された空間β(平面的に四方を覆われた空間)[注5)]と、βに対する外部空間α’を定義できるもので平面と断面の数値情報を取得できる13事例を研究対象とする。**図１**にα、β、α’の定義を示す。また**表１**に研究対象リストを示す。

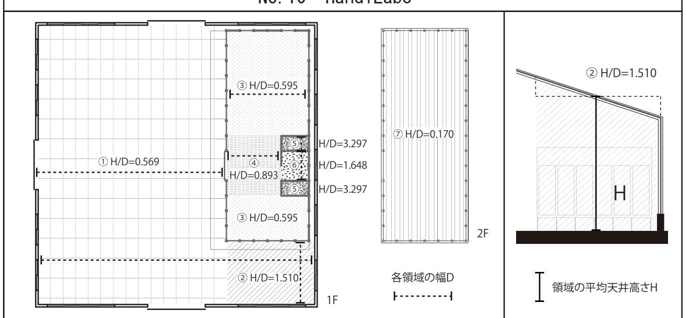


▲図１ α’とβの定義

▼表1 研究対象リスト

NO	名称	用途	
		転用前	転用後
1	HOME BASE	倉庫	専用住宅
2	メリヤスハウス	メリヤス工場	専用住宅
3	BigT	農業倉庫	専用住宅
4	工場に家	工場	専用住宅
5	煉瓦倉庫の隠れ家	倉庫	専用住宅
6	富久千代酒造 酒蔵改修ギャラリー	酒蔵	ギャラリー
7	竹木場の回廊	資材置き場	ギャラリー
8	長谷川醸庫	倉庫・蔵	多目的ホール
9	NO WAVE	温室	ギャラリー・工房
10	HandiLabo	倉庫	事務所・工房
11	ウッディパーツ第2工場オフィスプロジェクト	工場	事務所
12	富岡倉庫3号倉庫	倉庫	店舗
13	ONOMICHI U2	船荷倉庫	ホテル併用店舗

NO.10 HandiLabo



H/D の異なる領域の抽出の定義

1. 平面図において領域の幅が不連続に変化するとき領域を区切る[注6)]
 −区切った領域において２つの壁に挟まれた幅をＤとする[注7)]
 −四方を壁に囲われているとき幅が小さい方をＤとする
2. 不連続な天井高さの変化はその地点で領域を区切る
3. 連続的な天井高さの変化はその平均をとってＨとする

No	H/D	面積（㎡）	機能
①	0.568579	187.2039	アトリエ、工房
②	1.510034	20.11739	蒸留実験室
③	0.595238	45.864	コワーキングスペース
④	0.892857	12.2304	キッチン
⑤	3.296703	3.0576	トイレ
⑥	1.648352	2.9666	洗面所
⑦	0.169621	65.57	荷物置き場

▲図２ H/Dの異なる領域の抽出

2. 分析方法
2.1. H/Dの異なる領域と機能分析
2.1.1. H/Dの異なる領域の抽出（図２）

平面図と断面図を元にH/D(高さ÷幅)の値の異なる領域を全て抽出し、平面図に領域ごとに色分け、H/Dの数値を記入する。α’とβを区別し、各領域の面積、平図面上から読み取った機能を表にまとめる。

2.1.2. H/Dと機能、建物用途との関係による分析

2.1.1.でまとめたデータをもとに既存建築及び各領域の機能・面積・H/Dの関係をグラフ化し（**図３**）対象ごとに各領域の特徴と機能の分析を行う。次に建物用途（専用住宅、ギャラリー、事務所、商業建築）毎にデータをまとめグラフ化し、比較分析を行う。

2.2. α’−β間の境界分析
2.2.1.「開口率」の算出（図４）

α’−β間の視覚的つながりの指標としてβの周縁の長さに対するβからα’への開口の幅の長さ[注8)]の合計の割合を「開口率」とし、対象毎に算出、グラフ化を行い建物用途毎に比較分析を行う。[注9)]

2.2.2. 開口と接する機能の視覚化

対象毎にβの開口の幅の長さの合計に対する各開口の幅の長さの割合をそれぞれの開口がつなぐα’とβの機能ごとに色分けしたグラフを作成し、その対応関係を分析する。次に作成したグラフを建物用途毎に足し合わせて整理し[注10)]、比較分析を行う。

2.2.3.「流動度」の算出（図４）

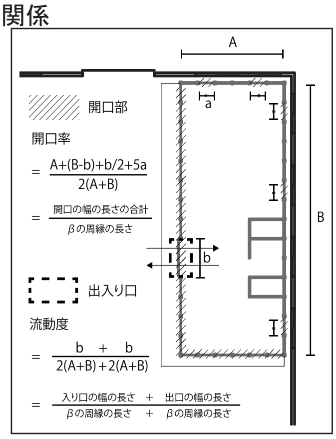
α’−β間の出入りのしやすさの指標としてβへの入り口と出口の幅の長さの和を各出入りの仕方ごとに出した値をβの周縁の長さの倍の値で除した値の合計を「流動度」とし、対象毎に算出、グラフ化を行い建物用途毎に比較分析を行う。

3. 分析結果
3.1. H/Dの異なる領域と機能の関係
3.1.1. 専用住宅において

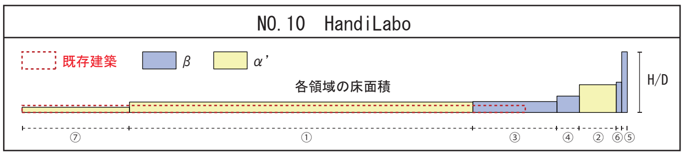
βと比べてH/Dの大きいα’の領域が多く見られ、それらの領域は名称がない領域であることが分かった。βは狭くH/Dが小さい領域に分割して利用される傾向が強い。**図５**に結果を示す。

3.1.2. ギャラリーにおいて

H/Dの大きいα’の領域が最も多く見られ、全体的にH/Dが大きい領域が多く、その他の領域は、面積割合が大きく、H/Dが小さい領域であることが分かった。**図６**に結果を示す。



▲図４ 開口率と流動度の定義



▲図３ H/Dの異なる領域とその面積の可視化の例

3.1.3. 事務所において

トイレを除く全ての領域においてH/Dが２以下となった。また挿入されたβと比べα'は広く、既存建築と類似したH/Dを持った領域を残しており、多機能な作業場、展示スペースとして活用されていた。図７に結果を示す。

3.1.4. 商業施設において

H/Dの大きい領域が裏動線や通路として使われていることがわかった。またβは事務所トイレが多くH/Dが一様な広いβ空間は見られなかった。図８に結果を示す。

3.2. α'とβの境界分析

3.2.1. 開口率

専用住宅は0.3以上、ギャラリーは0.35以下、事務所は0.4以上,商業施設は0.15以下となった。事務所は比較的開口率が高く、次に住宅（NO.5のみ突出して高い）、ギャラリー、商業施設という傾向が見られた。図９に結果を示す。

3.2.2. 開口によってつながるα'とβの機能の関係（図10）

3.2.2.1. 専用住宅

α'の名称がない領域への開口率が高く、また全ての機能から開かれている。またβ内のキッチンはα'の全ての機能へと開いており、その割合も高い。

3.2.2.2. ギャラリー

開口のほとんどがギャラリー機能に接している。またβから外部への開口が見られず、入れ子から屋外へに対する閉鎖性が高い。

3.2.2.3. 事務所

開口のほとんどが執務室に接しており、α'の機能に均等に開かれている。また、住宅、ギャラリーと比べβから外部への開口率が高い。

3.2.2.4. 商業施設

βから外部への開口率が高く、事務室と客室から開かれている。また通路に対し複数の機能から開口が取られている。

3.2.3. 流動度

専用住宅は0.3以上、ギャラリーは0.05～0.50、事務所,商業施設はともに0.2以下となった。住宅、ギャラリーは流動度が高く（NO.9を除く）、事務所、商業施設は低くなる傾向が見られた。図11に結果を示す。

4. 考察

4.1. 専用住宅、ギャラリーにおける余剰空間の創出

3.1.及び3.2.2.の分析よりH/Dが大きく曖昧な機能を持つ領域が多く、かつそれらの領域への開口が確保されていることが分かった。住宅、ギャラリーではこうした既存ボリュームと入れ子の関係を活かした余剰的な空間が創出されていると考えられる。また3.2.3.の分析より、人の行き来がしやすい入れ子が挿入されていることが分かった。

4.2. 事務所における就労環境

3.1.3.及び3.2.の分析より単純な構成により、大きなα'領域の確保とβ領域の視覚的つながりの強さ、出入りのしにくさが特徴としてあげられる。執務室において外部への視覚的つながりが強くなることも確認できた。

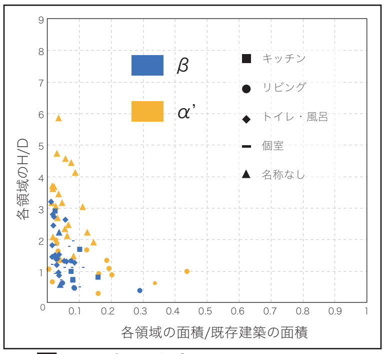
4.3. 商業施設

3.1.4.の分析より商業施設では入れ子の中に従業員の就労空間を確保することで、客と従業員の領域の分離を行っていることが分かった。そのため3.2.1.の分析よりβとα'間の視覚的つながりが弱くなること、3.2.2.の分析より入れ子内の事務室と外部のつながりが強くなることが確認できた。また3.1.4.及び3.2.2.4.の分析より、入れ子と既存ボリュームとの隙間のH/Dが大きい領域が通路として様々な機能と繋がり、業務を行う上で効率的に使われていると考えられる。

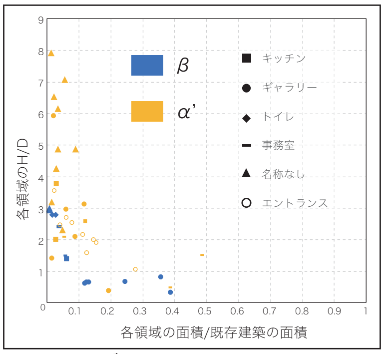
5. 結論

本研究では工場･倉庫･蔵における入れ子状のコンバージョンを行った事例において建物用途ごとに傾向を分析し、以下のことを明らかにした。(1)住宅やギャラリーでは、既存建築と入れ子の関係を活かした余剰空間が多くある。(2)事務所では入れ子内部の執務室において、入れ子の外部及び外部空間への視覚的つながりが強い。(3)商業施設では入れ子の操作によって客と従業員の領域の分離を行っている。

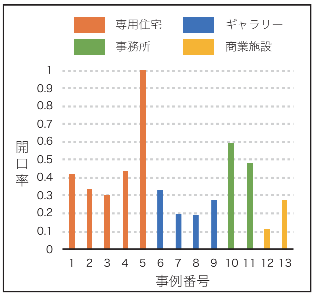
以上より、本研究では工場･倉庫･蔵の入れ子状のコンバージョンにおける建物用途ごとの空間の特性、関係性を明らかにした。



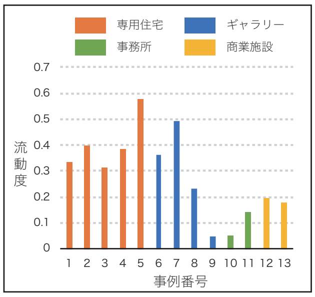
▲図５　専用住宅



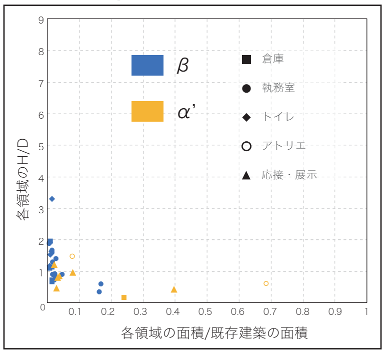
▲図６　ギャラリー



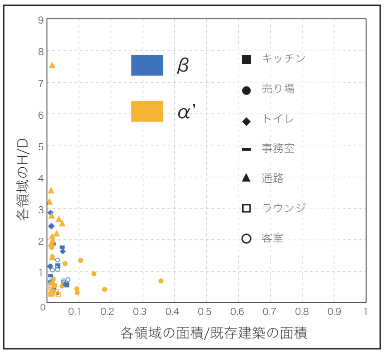
▲図９　開口率



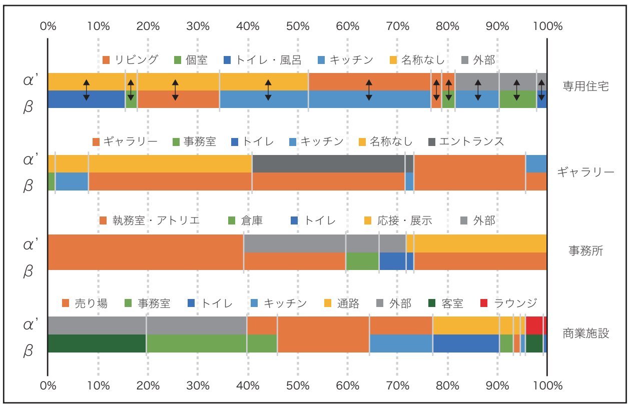
▲図11　流動度



▲図７　事務所



▲図８　商業施設



▲図10　開口によってつながるα'とβの機能の関係

脚注：注1）小川博法　徳田光弘　瀬戸なつみ『建築専門雑誌におけるリノベーションの関連記事の推移』日本建築学会九州支部研究報告 2014.3　注2）倉持翔太『工場･倉庫のコンバージョンにおける空間構成の変化に関する研究』日本建築学会大会学術講演梗概集2019.9　注3）守直朗『現代日本の倉庫建築における空間構成からみた用途転用の手法』日本建築学会大会学術講演梗概集 2011.8　注4）補足的に「NO WAVE」「竹木場の回廊」はそれぞれ『住宅建築』、『architecturephoto』から参照。注5）断面方向は考慮しない。 注6）領域の区切り方が一意に決まらない場合、領域を挟む壁面の長さが最も大きくなる区切り方を採用する。注7）領域境界線上に領域を挟む２つの壁がない場合、領域外の壁を含む最も距離が短い2壁の間の幅をDとする。注8）出入り口に関しては、扉がガラス以外の場合,係数0.5を乗じる。注9）トイレとしての機能しか持たないβ領域は扱わない。注10）対象同士の傾向を等価に扱うため、実際の開口の長さではなくそれらを対象毎に百分率で表示した値を用途毎に足し合わせる。

第 1 章

序

1．1． 背景と目的

近年、生産保管施設である工場・倉庫・蔵が、少子高齢化に伴う伝統産業の錐体、産業構造の変化、企業の海外進出などの理由から他の用途に転用される事例が多く見られる。さらに並行して、戦後のただ新しく性能の高いものを作れば良いという価値観から変化し、その中で失われてきてしまった過去の遺産に価値を見出し、活用保存していくという価値観も高まっている。工場・倉庫・蔵はその歴史的価値や、内部に広がる大空間などの空間特性を利用することで様々な用途へ転用可能な建造物であり、その転用事例を考察することは意義がある。

日本においてリノベーションに関する記事が増加し始めたと指摘されている[注1)]1995 年以降の『新建築』『新建築　住宅特集』では 38 の工場・倉庫・蔵の転用事例が存在し、その中の 17 事例では入れ子状の構成が見受けられる。これは工場・倉庫・蔵といった既存建築の大空間を活かした転用事例であり、その他の建物用途からの転用と比較して固有な点であるといえる。本研究では、工場・倉庫・蔵の入れ子状のコンバージョンの際に生まれる空間の機能と形態特性、内外の関係性を、建物用途の観点から明らかにすることを目的とする。

1．2． 既往研究

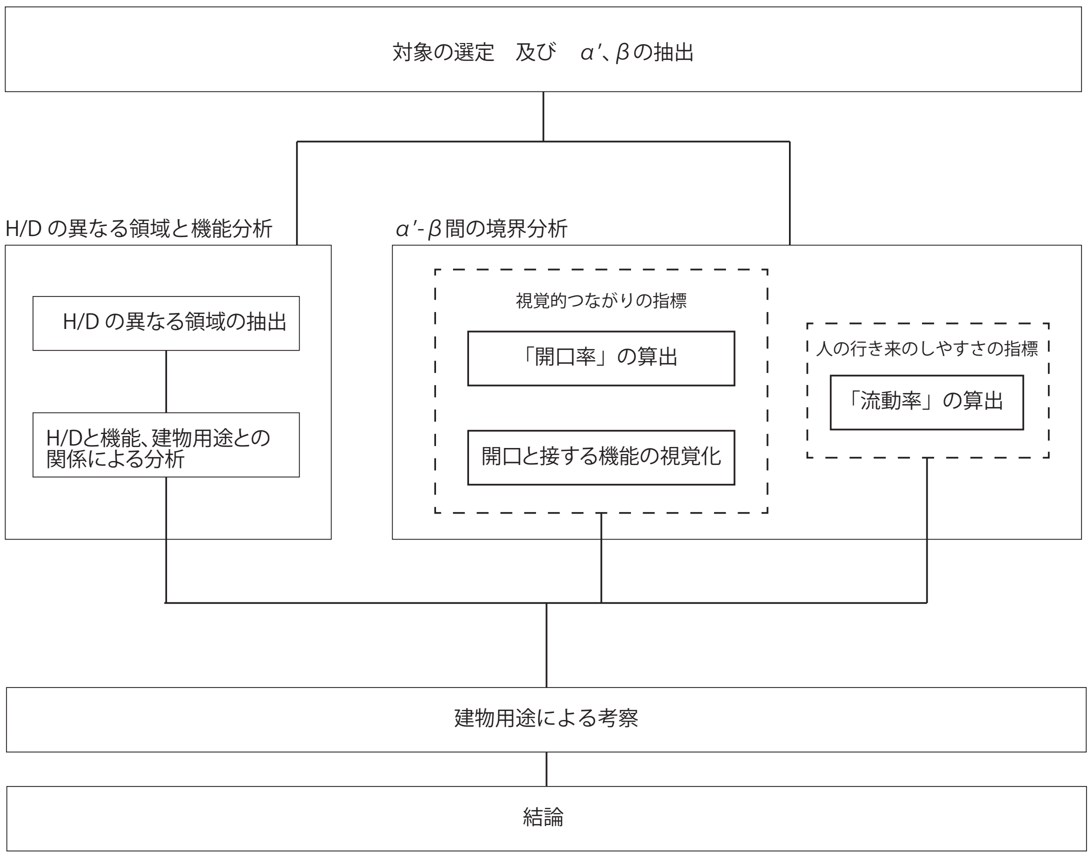
工場・倉庫・蔵のコンバージョンに関する研究では以下のような研究が存在する。倉持翔太による『工場・倉庫のコンバージョンにおける空間構成の変化に関する研究』[注2)]における、既存建築の特徴がコンバージョンの操作に与える影響の考察。また守直朗による『現代日本の倉庫建築における空間構成からみた用途転用の手法』[注3)]における仕上げの内部意匠や屋根形状等の結びつきの関係などである。上で挙げた研究と同様にその他の研究もコンバージョンの操作類型やその細かな意匠性に関する考察にとどまっており、新たに生まれる空間の特性、内外の関係性やその機能、建物用途毎の傾向の観点から論じている研究はない。

【脚注】

1) 参考文献 1　2) 参考文献 2　3) 参考文献 3

1．3． 研究のフローチャート（図１）

本研究は以下のような構成をとっている。



▲ 図１　研究のフローチャート

第 2 章

研究対象

2．1． α、β、α’の定義（図２）

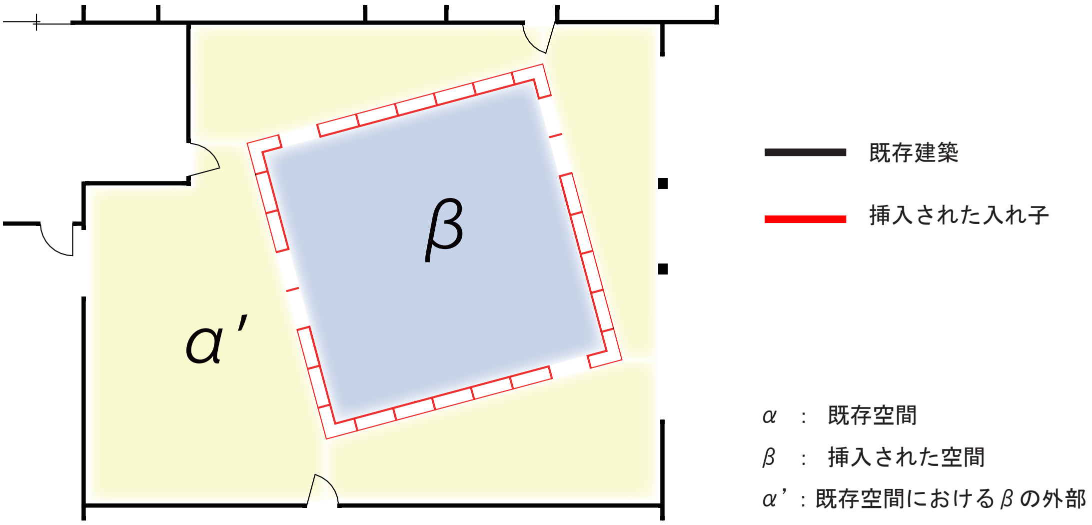
本研究では入れ子を以下のように定義する。

1．既存建築から構造的に独立していること

2．平面的に四方を囲われていること

3．断面方向の分断は考慮しない

以上の定義に基づいて既存空間αに対し、挿入された入れ子の内部をβ、その外部をα’と定義する。



▲ 図２　α、β、α’の定義

2．2． 研究対象

1995年1月から2020年6月までの『新建築』[注4]『新建築　住宅特集』[注5]には工場・倉庫・蔵からコンバージョンを行った事例が３８件掲載されている。[注6,7][注4]その中で２．１．の定義に基づいて入れ子状の構成を持つ事例を抽出し、平面と断面の数値情報を取得できる13事例を研究対象とする。

表１に研究対象リストを示す。対象番号１～５が専用住宅、６~9がギャラリー、10,11が事務所、12,13が商業施設である。

【脚註】

4）参考文献４　5）参考文献５　6）参考文献６　7）参考文献７

NO	名称	用途	
		転用前	転用後
1	HOME BASE	倉庫	専用住宅
2	メリヤスハウス	メリヤス工場	専用住宅
3	BigT	農業倉庫	専用住宅
4	工場に家	工場	専用住宅
5	煉瓦倉庫の隠れ家	倉庫	専用住宅
6	富久千代酒造 酒蔵改修ギャラリー	酒蔵	ギャラリー
7	竹木場の回廊	資材置き場	ギャラリー
8	長谷川醸庫	倉庫・蔵	多目的ホール
9	NO WAVE	温室	ギャラリー・工房
10	HandiLabo	倉庫	事務所・工房
11	ウッディパーツ第2工場オフィスプロジェクト	工場	事務所
12	富岡倉庫3号倉庫	倉庫	店舗
13	ONOMICHI U2	船荷倉庫	ホテル併用店舗

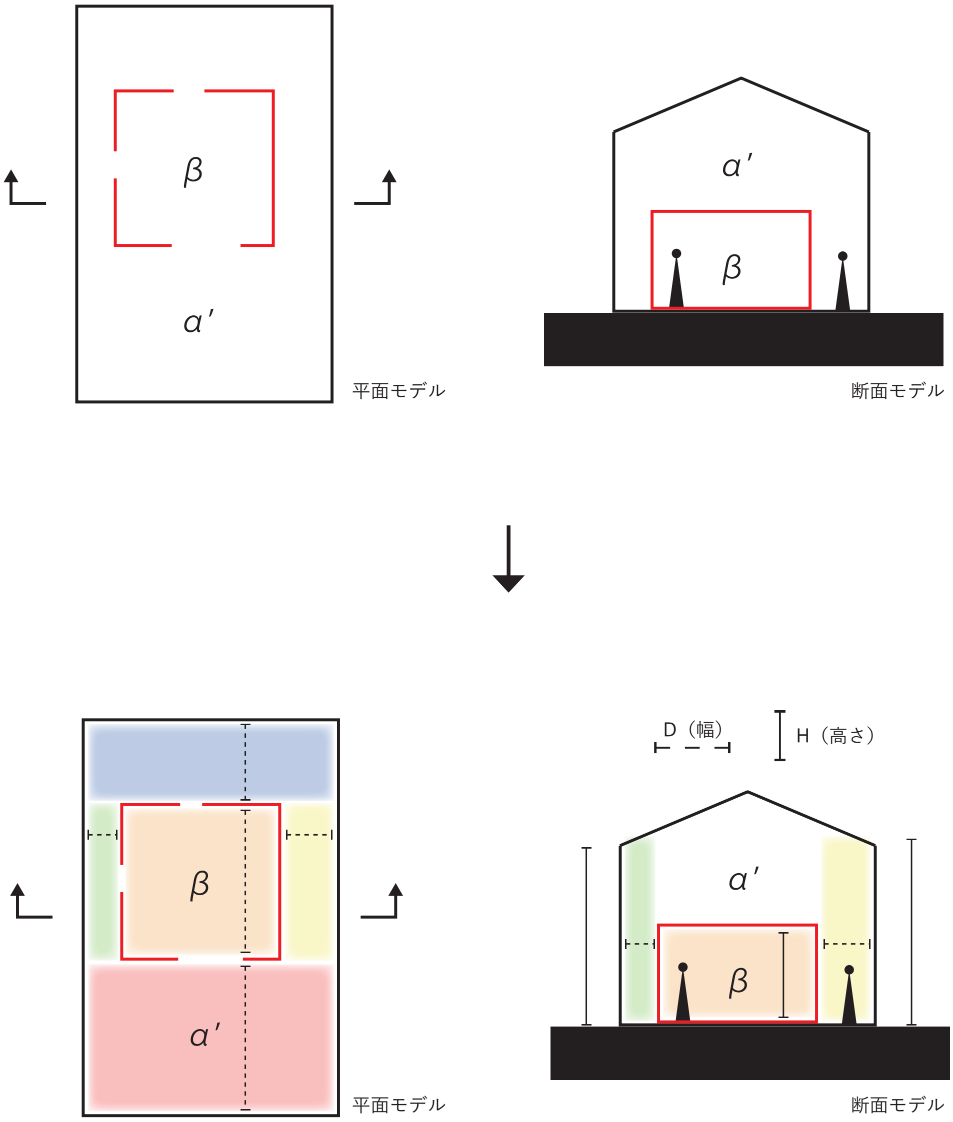
▲表１　研究対象リスト

第３章

分析方法

3．1． H/D の異なる領域と機能分析

工場・倉庫・蔵のコンバージョンにおいて入れ子の挿入により、既存建築の一様で大きな空間が高さと幅の比率の異なる領域へと分割される。モデルを図３に、対象建築の例を図４に示す。H/D(高さ÷幅) の値に注目して領域ごとの形態と機能の関係の分析を行う。



▲ 図３　入れ子の挿入による空間の分割（モデル）

▲ 図４　入れ子の挿入による空間の分割（NO.1 HOMEBASE）

3．1．1． H/D の異なる領域の抽出（図３）

平面図と断面図を元に H/D(高さ÷幅) の値の異なる領域を全て抽出し、平面図に領域ごとに色分け、H/D の数値を記入する。α’とβを区別し、各領域の面積、平図面上から読み取った機能を表にまとめる。

H/D の異なる領域の抽出の仕方を以下のように定義する。

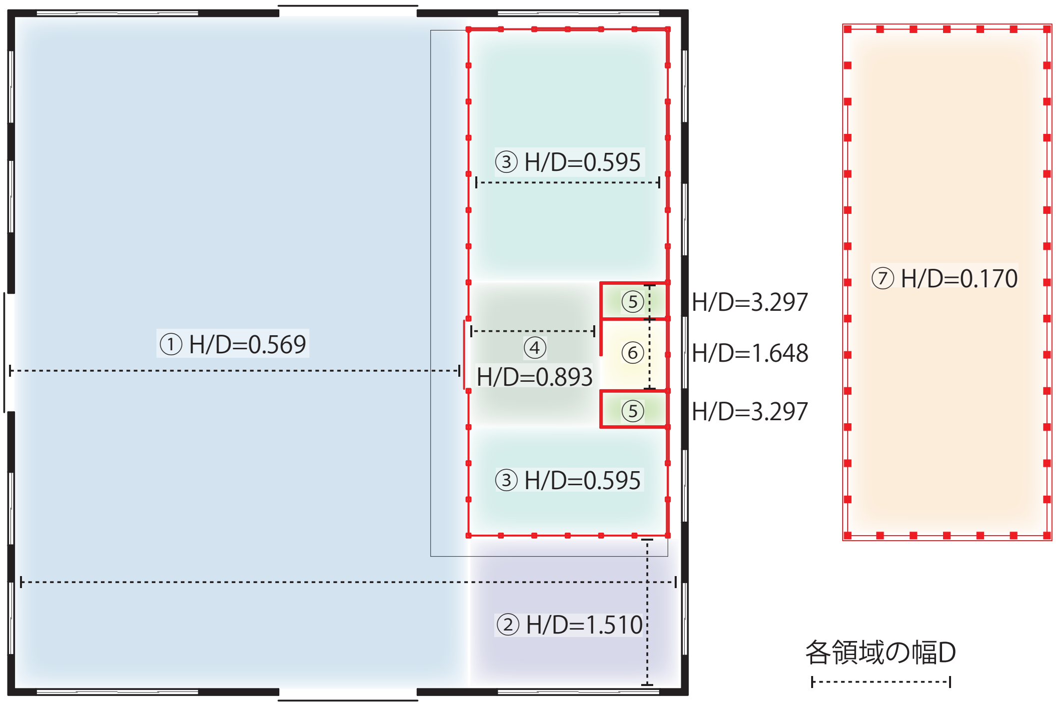
1. 平面図において領域の幅が不連続に変化するとき領域を区切る
   領域の区切り方が一意に決まらない場合、領域を挟む壁面の長さが最も大きくなる区切り方を採用する

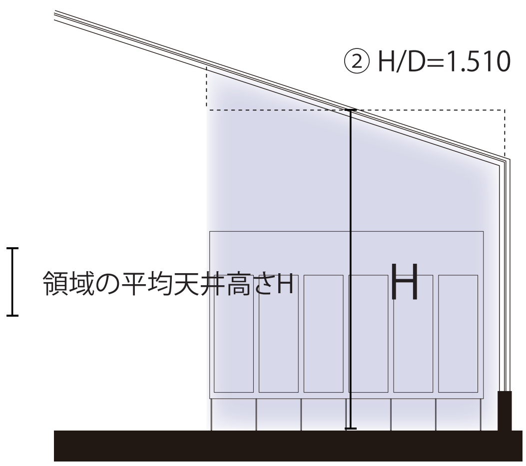
   -区切った領域において２つの壁に挟まれた幅を D とする
   -四方を壁に囲われているとき幅が小さい方を D とする
   -領域境界線上に領域を挟む２つの壁がない場合、領域外の壁を含む最も距離が短い 2 壁の間の幅を D とする

2. 不連続な天井高さの変化はその地点で領域を区切る
3. 連続的な天井高さの変化はその平均をとって H とする

H/D の異なる領域の抽出の仕方の例を図５に示す。

NO.10　HandiLabo





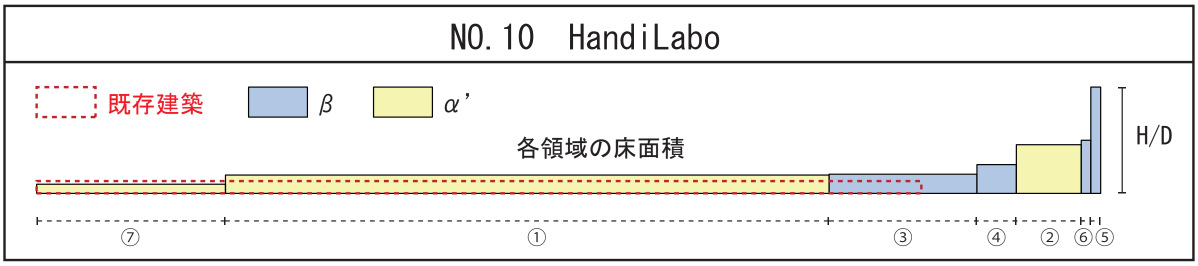
No	H/D	面積（㎡）	機能
①	0.568579	187.2039	アトリエ、工房
②	1.510034	20.11739	蒸留実験室
③	0.595238	45.864	コワーキングスペース
④	0.892857	12.2304	キッチン
⑤	3.296703	3.0576	トイレ
⑥	1.648352	2.9666	洗面所
⑦	0.169621	65.57	荷物置き場

▲ 図５　H/D の異なる領域の抽出の例

３．１．２． H/D と機能、建物用途との関係による分析

3.1.1. でまとめたデータをもとに既存建築及び各領域の機能・面積・H/D の関係をグラフ化し（図６）対象ごとに各領域の特徴と機能の分析を行う。次に建物用途（専用住宅、ギャラリー、事務所、商業建築）毎にデータをまとめグラフ化し、比較分析を行う。建物用途毎に傾向を分析するため、収集した資料から読み取れる機能名称を大きく以下の機能に振り分ける。

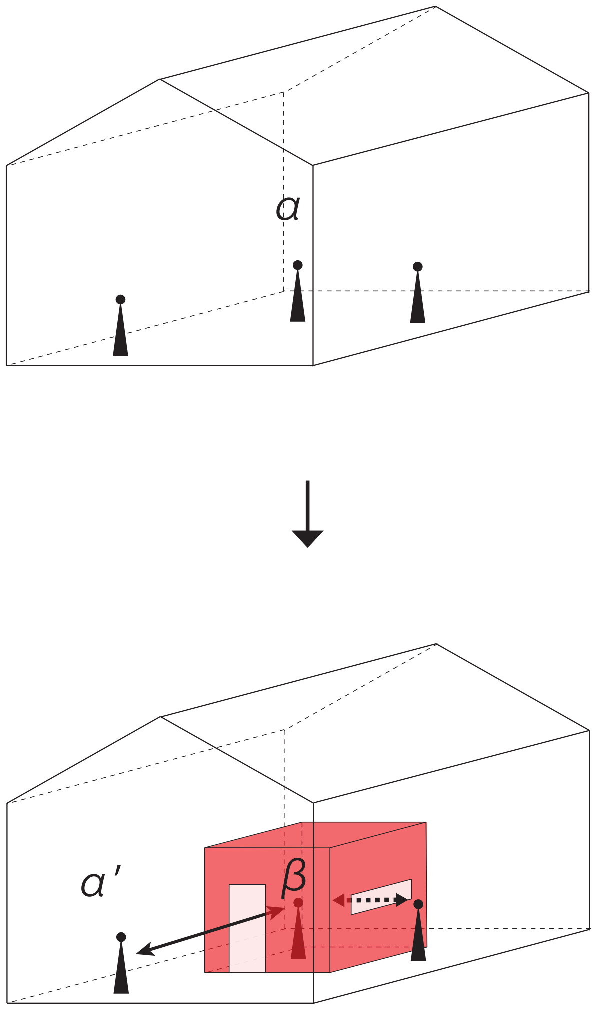
専用住宅　：キッチン、リビング、トイレ・風呂、個室、名称なし
ギャラリー：キッチン、ギャラリー、トイレ、事務室、名称なし、エントランス
事務所　　：執務室、倉庫、トイレ、アトリエ、応接・展示
商業施設　：キッチン、売り場、トイレ、事務室、通路、ラウンジ、客室



▲ 図６　H/D の異なる領域とその面積の可視化の例

3．2．　α'－β間の境界分析

工場・倉庫・蔵のコンバージョンにおいて入れ子の挿入により、既存建築の一様で大きな空間（α）の内部に内外関係（βとα'のつながりの関係）が生まれる。そのモデルを図７に示す。視覚的つながりと人の行き来のしやすさに注目し定量的に分析を行う。それぞれ視覚的つながりの指標として、「開口率」の算出、開口と接する機能の視覚化を行い、人の行き来のしやすさの指標として「流動度」の算出を行う。



▲ 図７　入れ子の挿入によって生まれる内外の関係性（モデル）

3．2．1．「開口率」の算出（図８，９）

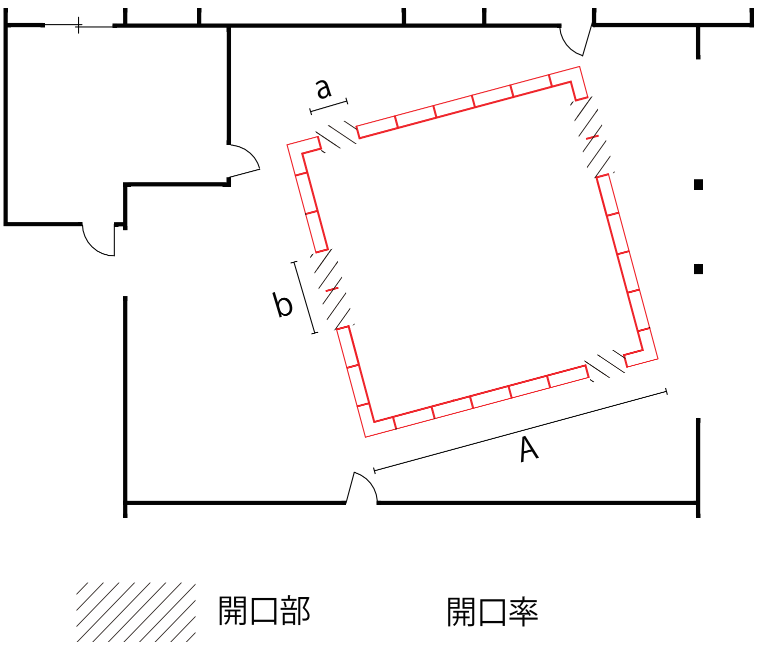
α’－β間の視覚的つながりの指標として「開口率」を定義し、対象毎に算出、グラフ化を行い建物用途毎に比較分析を行う。

「開口率」を以下のように定義する。

$$\frac{\text{開口の幅の長さの合計}}{\beta\text{の周縁の長さ}}$$

-出入り口に関しては、扉がガラス以外の場合，係数 0.5 を乗じる
-トイレとしての機能しか持たないβ領域は扱わない

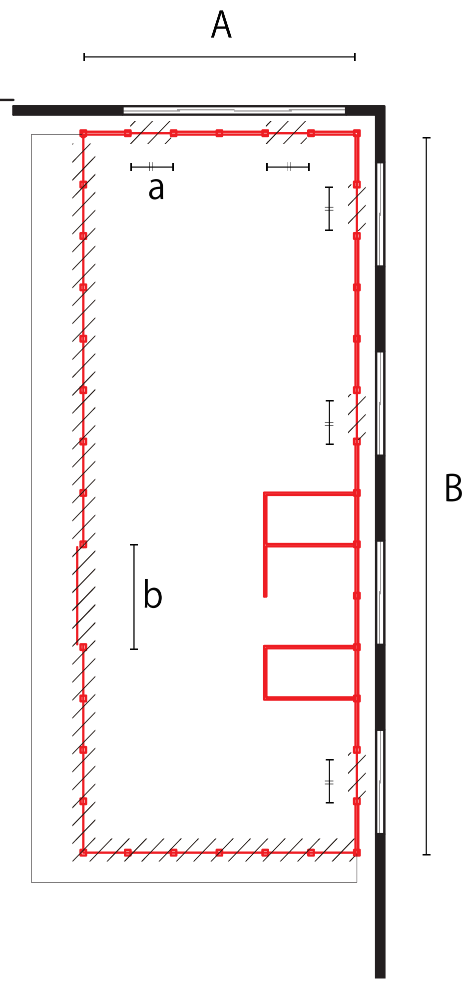
NO. 7　竹木場の回廊



$$= \frac{2(a+b)}{4A}$$

▲ 図８　開口率の算出の例１

NO.10　HandiLabo



開口部

開口率

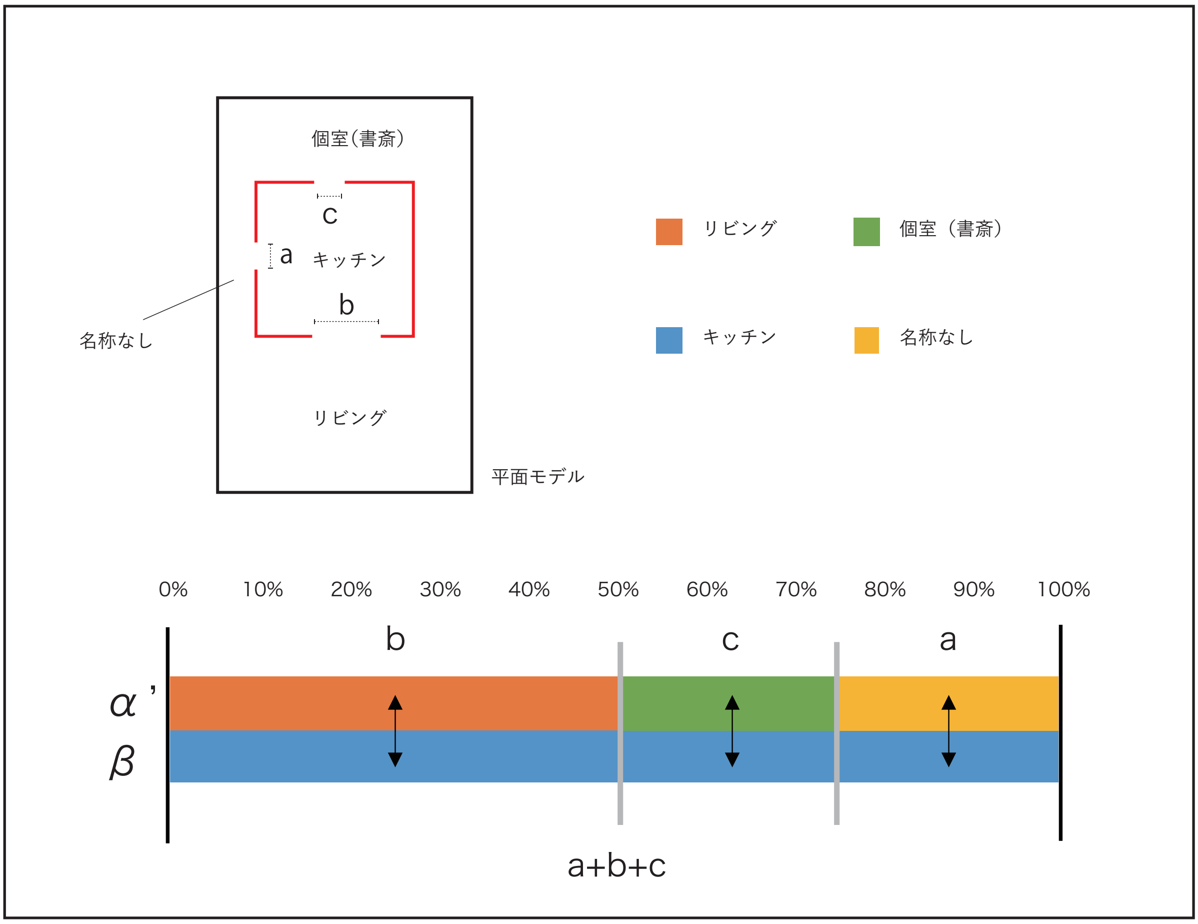
$$= \frac{A+(B-b)+b/2+5a}{2(A+B)}$$

▲ 図 9　開口率の算出の例 2

3．2．2． 開口と接する機能の視覚化（図１０）

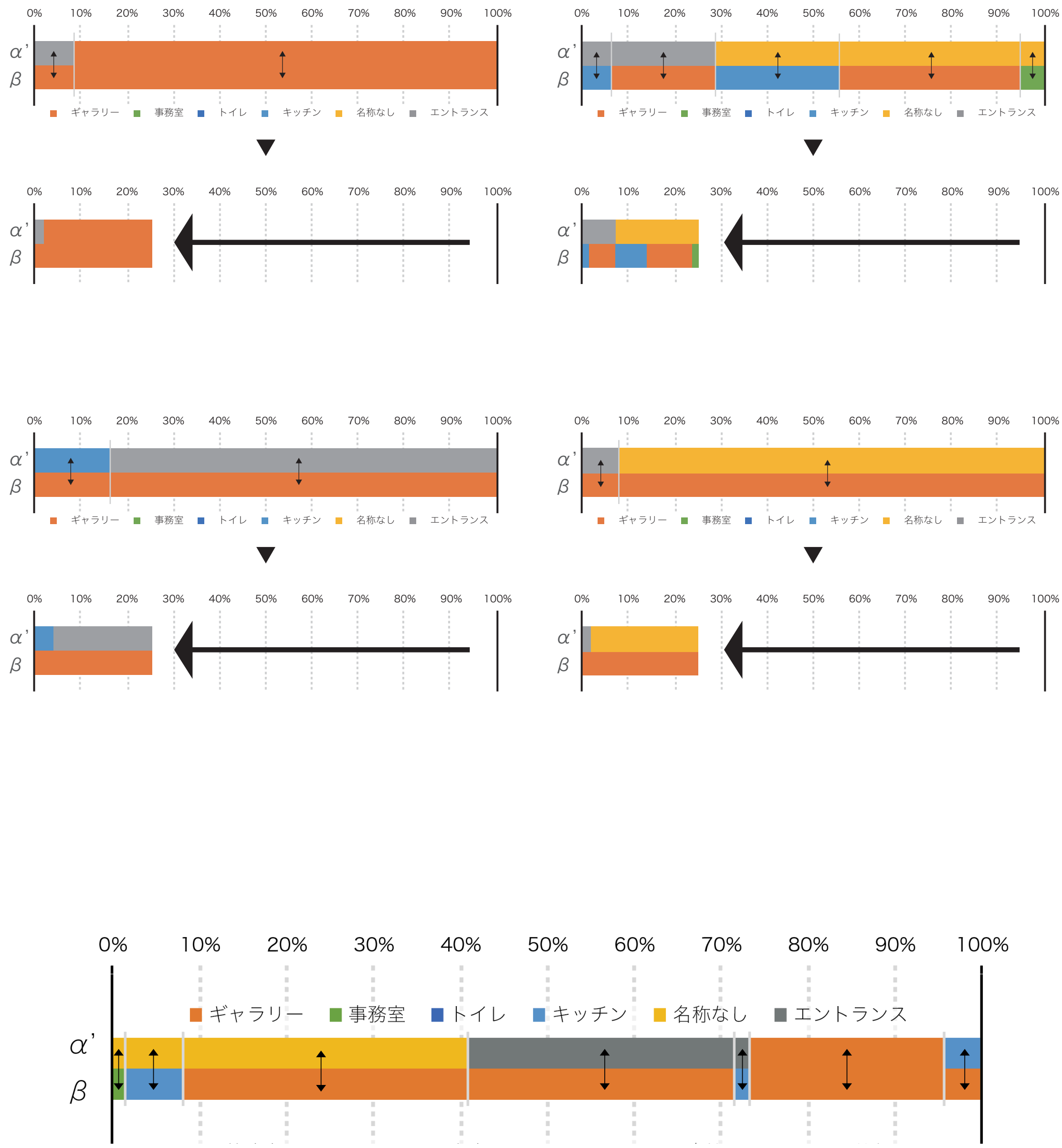
対象毎にβの開口の幅の長さの合計に対する各開口の幅の長さの割合をそれぞれの開口がつなぐα’とβの機能ごとに色分けしたグラフを作成し、その対応関係を分析する。建物用途毎に傾向を分析するため、収集した資料から読み取れる機能名称を大きく以下の機能に振り分ける。

専用住宅　：キッチン、リビング、トイレ・風呂、個室、名称なし、外部（屋外）
ギャラリー：キッチン、ギャラリー、トイレ、事務室、名称なし、エントランス
事務所　　：執務室、倉庫、トイレ、アトリエ、応接・展示、外部（屋外）
商業施設　：キッチン、売り場、トイレ、事務室、通路、ラウンジ、客室、外部（屋外）



▲ 図１０　開口率と接する機能の視覚化

次に作成したグラフを建物用途毎に足し合わせて整理し、比較分析を行う。建物用途毎に足し合わせる際、既存建築のスケールの違いによる傾向の突出を防ぐため、各対象毎に作成したグラフの要素を対象事例の数で等分するように圧縮し、分解、それらをそのまま足し合わせる。図１１に示す。



▲ 図１１　建物用途毎の足し合わせ

３．２．３．「流動度」の算出

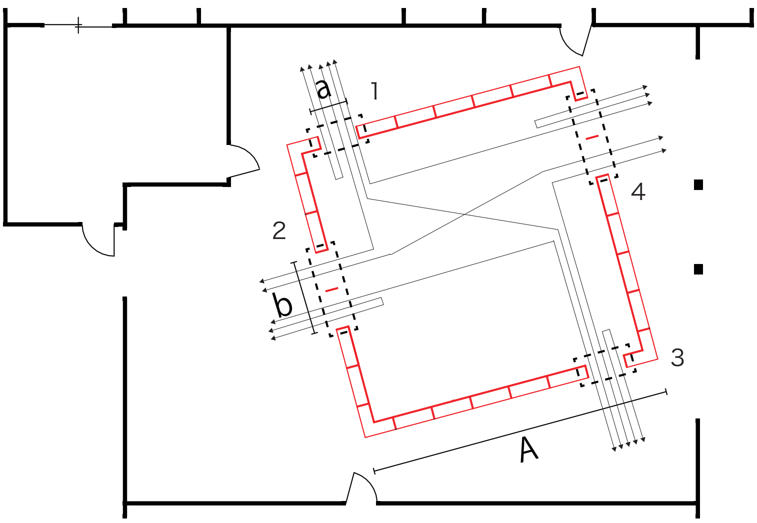
α’－β間の出入りのしやすさの指標として「流動度」を定義し、対象毎に算出、グラフ化を行い建物用途毎に比較分析を行う。

βを介した人の通り抜けを流動と捉え、「流動度」を以下のように定義する。

$$\frac{\text{入り口の幅の長さ} + \text{出口の幅の長さ}}{\beta\text{の周縁の長さ} + \beta\text{の周縁の長さ}}\ \text{を各出入りの仕方ごとに合計した値}$$

－トイレとしての機能しか持たないβ領域は扱わない

NO. 7　竹木場の回廊



出入り口

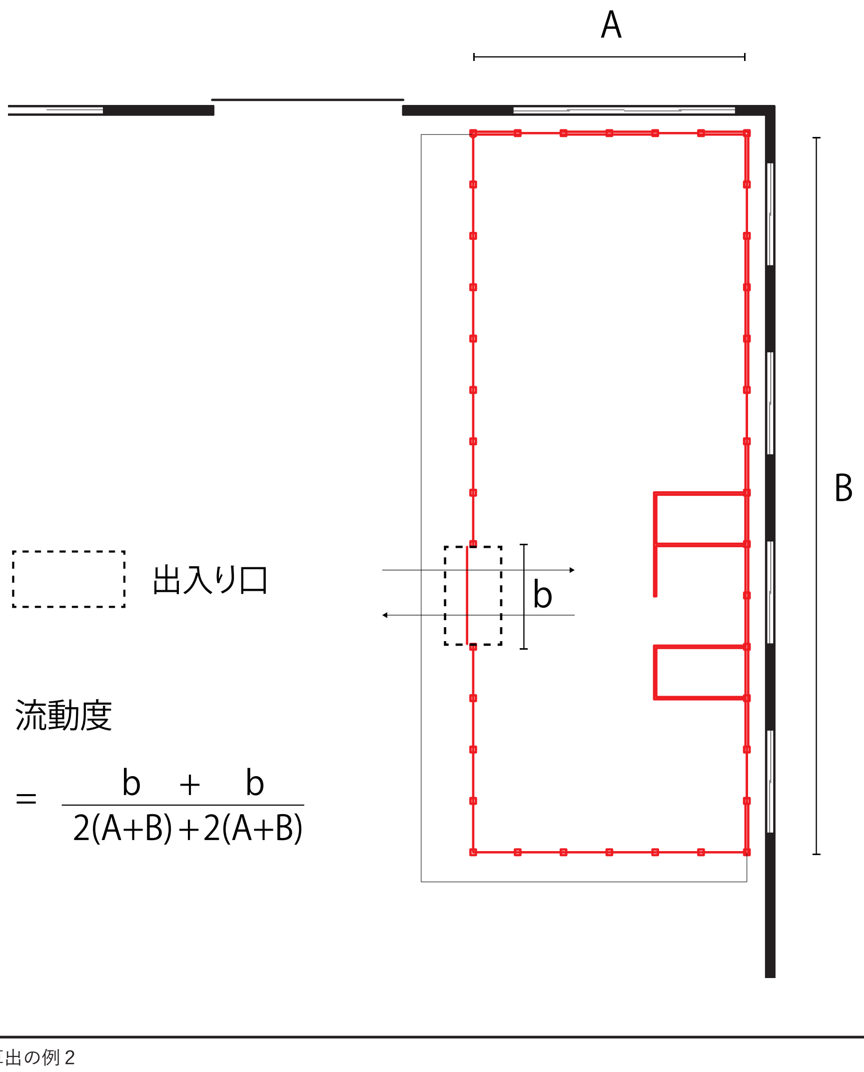
流動度

$$= \frac{a + a}{4A + 4A} \times 3 + \frac{b + b}{4A + 4A} \times 3 + \frac{a + b}{4A + 4A} \times 2$$

(1↔1 ,3↔3, 1↔3)　(2↔2 ,4↔4, 2↔4)　(1↔2 ,3↔4)

▲ 図１２　流動度の算出の例１

NO.10　HandiLabo



$$= \frac{b \quad + \quad b}{2(A+B)+2(A+B)}$$

▲ 図１３　流動度の算出の例２

第 4 章

結果

4．1． H/D の異なる領域と機能の関係

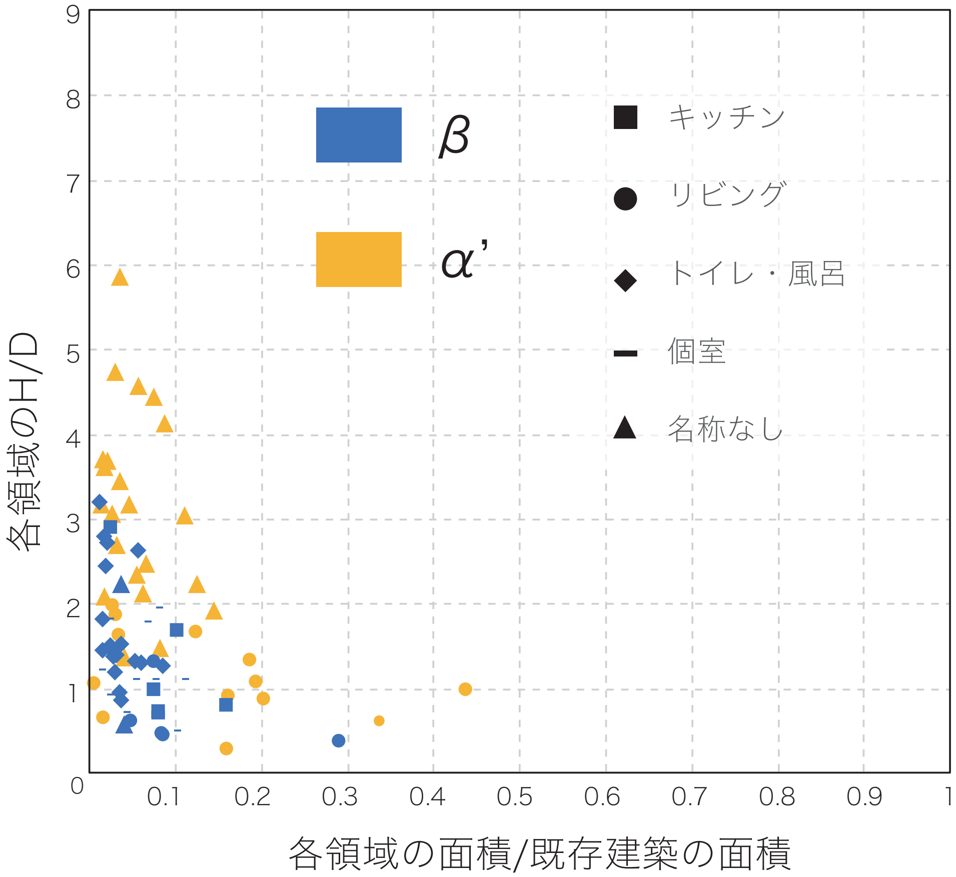
4．1．1． 専用住宅において

βは狭く H/D が小さい領域に分割して利用される傾向が強く、トイレ・風呂、個室、キッチンとして利用されている。ほぼ全てのβ領域の既存建築に対する面積比率が 0.1 以下となった。

βと比べて H/D の大きいα’の領域が多く見られ、それらの領域は名称がない機能が曖昧な領域である。

α’は H/D が５以下、面積比率が 0.2 以下の領域が満遍なく存在し、機能の名称がない領域とリビングの二つの機能が見られた。それぞれ、入れ子外部でも細く背の高い空間（機能の名称がない領域）、小さなヒューマンスケールの空間（リビング）、開けた大空間（リビング）といった多様な領域が生まれていることが分かった。

図１４に結果を示す。



▲図14 専用住宅

4．1．2．　ギャラリーにおいて

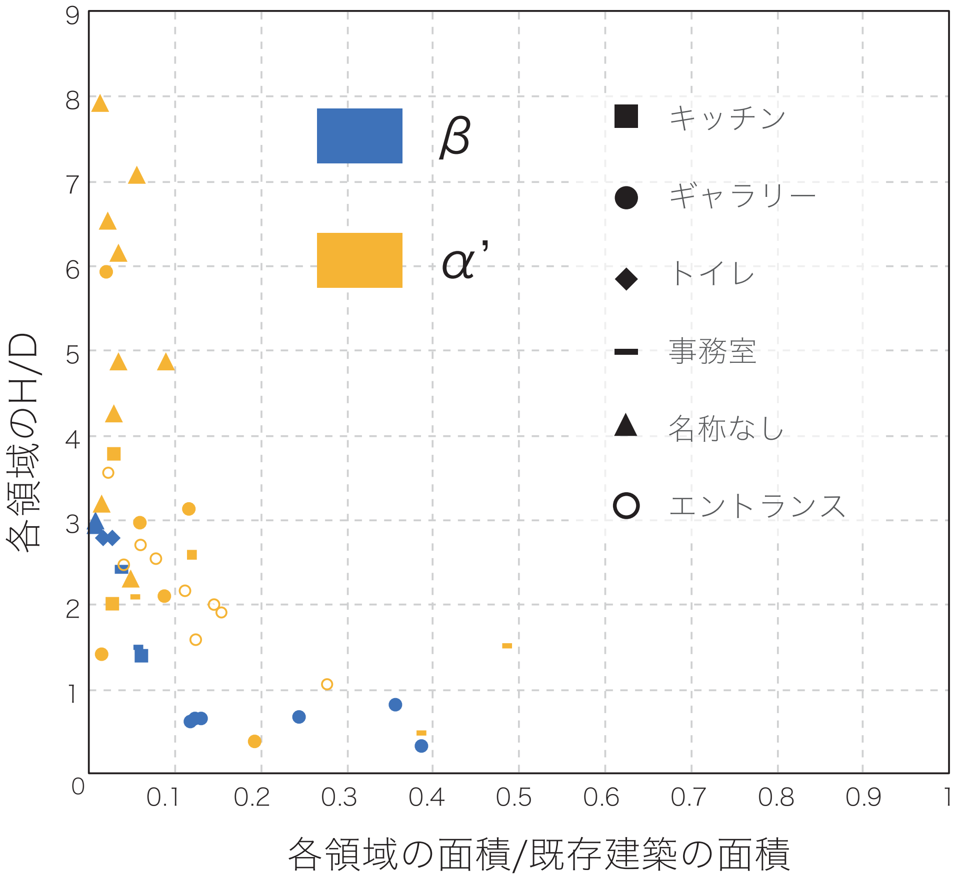
β、α’ともに H/D が大きく面積比率が小さい領域と、H/D が小さく面積比率が大きい領域への分離が見られた。

前者においてα’は H/D が４以上で突出して大きい機能の名称がない領域、H/D が 1.5 ～３のエントランス空間が多く見られた。

後者においてβは広いギャラリーが多く見られ、α’は機能の傾向が見られなかった。

ギャラリーの機能を持つ領域は一定の傾向が見られず、多様なギャラリー空間が作られていることが分かった。

図１５に結果を示す。



▲図１５　ギャラリー

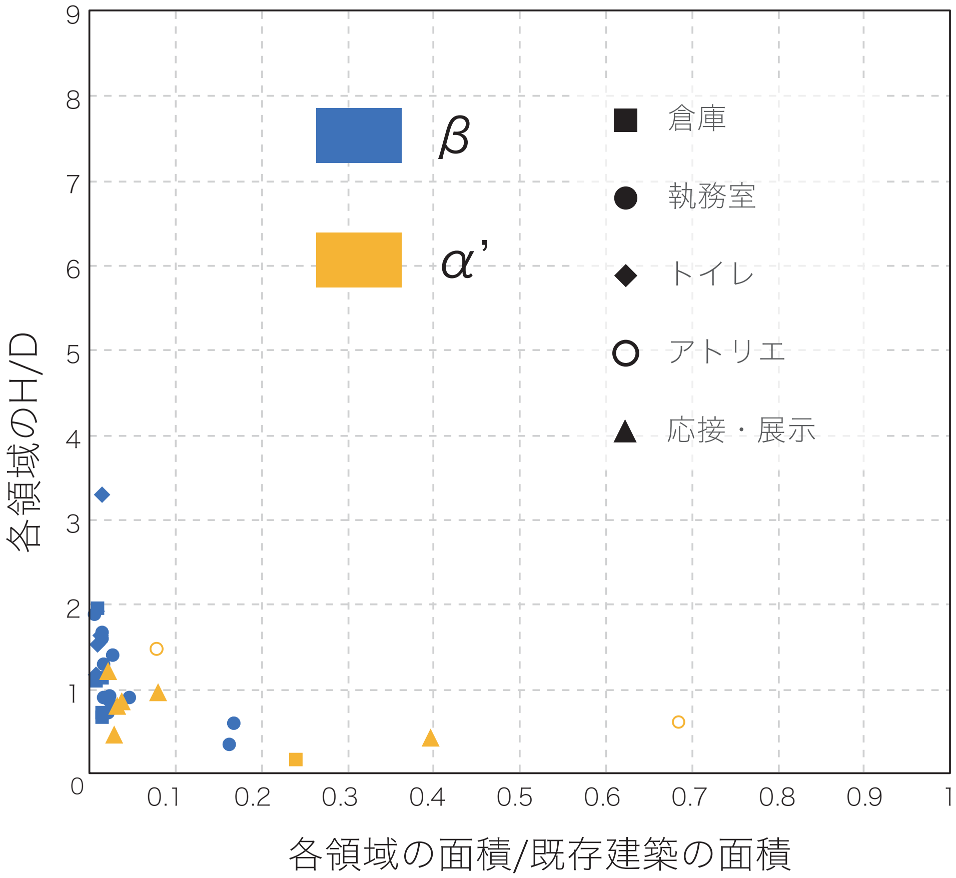
4．1．3． 事務所において

トイレを除く全ての領域において H/D が２以下となった。

βは面積比が 0.2 程度の執務室を大きく確保し、その他の領域はトイレ、倉庫等の人が長時間滞在しない機能で、面積比が小さいことが分かった。

α’は住宅、ギャラリーとは傾向が異なり、H/D が小さく、既存建築に対する面積比が大きい領域を残していた。それらの領域は多機能な作業場、展示スペースとして活用されている。

図１６に結果を示す。



▲図１６　事務所

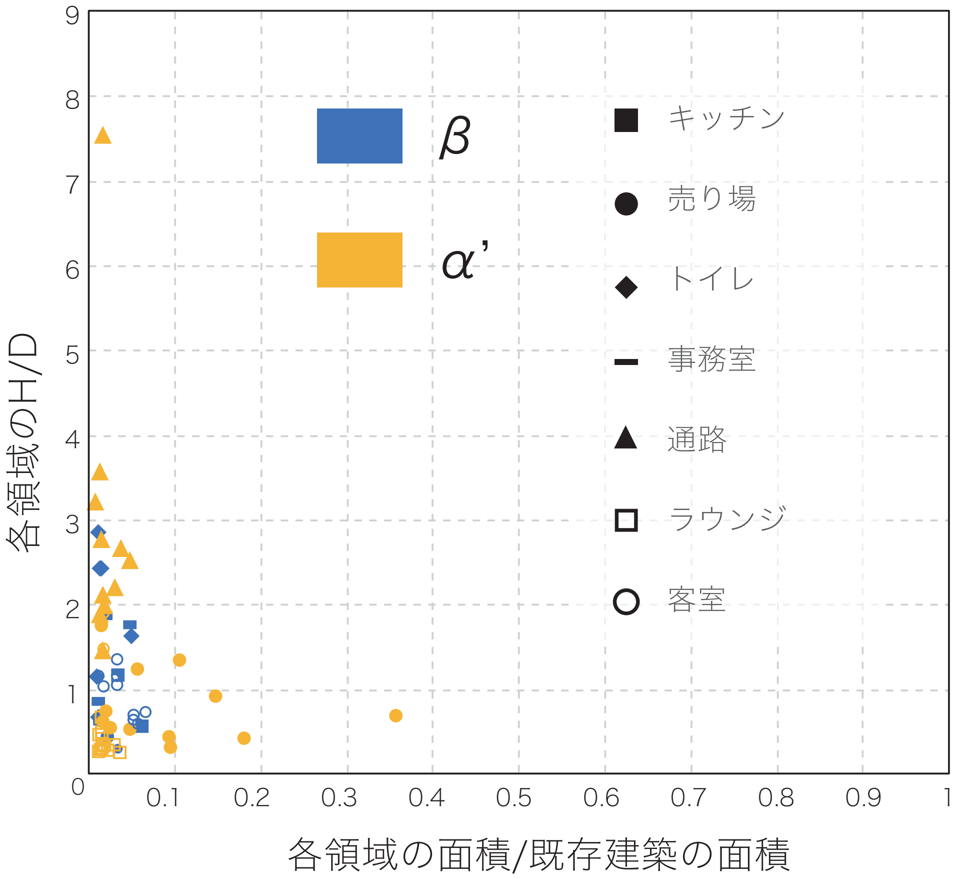
４．１．４．　商業施設において

βは事務所と同様にトイレ以外の全ての領域でH/Dが0.2以下となった。また、全てのβ領域の既存建築に対する面積比が0.1以下で非常に狭い領域であることが分かった。それらの領域はキッチンや事務室といった従業員のための領域であった。

α’においてはH/Dの大きい領域が裏動線や通路として使われていることがわかった。また、売り場は住宅におけるリビングと同じく、小さなH/Dも小さいヒューマンスケールの空間や、H/Dが小さく開けた大空間など多様な領域があることが分かった。

ホテル部分はβ、α’ともにH/Dが１以下、面積比が0.1以下に集中した。

図１７に結果を示す。



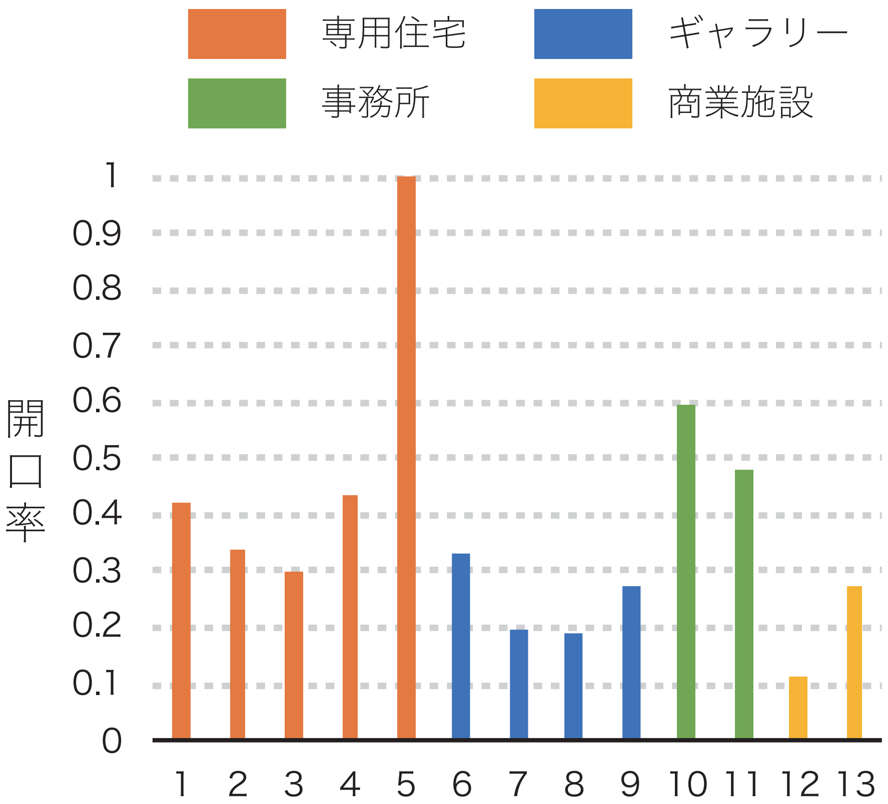
▲図１７　商業施設

4．2． α’とβの境界分析

4．2．1． 開口率

専用住宅は 0. 3 以上、ギャラリーは 0. 35 以下、事務所は 0. 4 以上，商業施設は 0. 15 以下となった。事務所は２事例とも開口率が高く、次に住宅、ギャラリー、商業施設という傾向が見られた。NO. 5 は入れ子が全てガラス張りのため、例外的に突出して高くなった。

図１８に結果を示す。

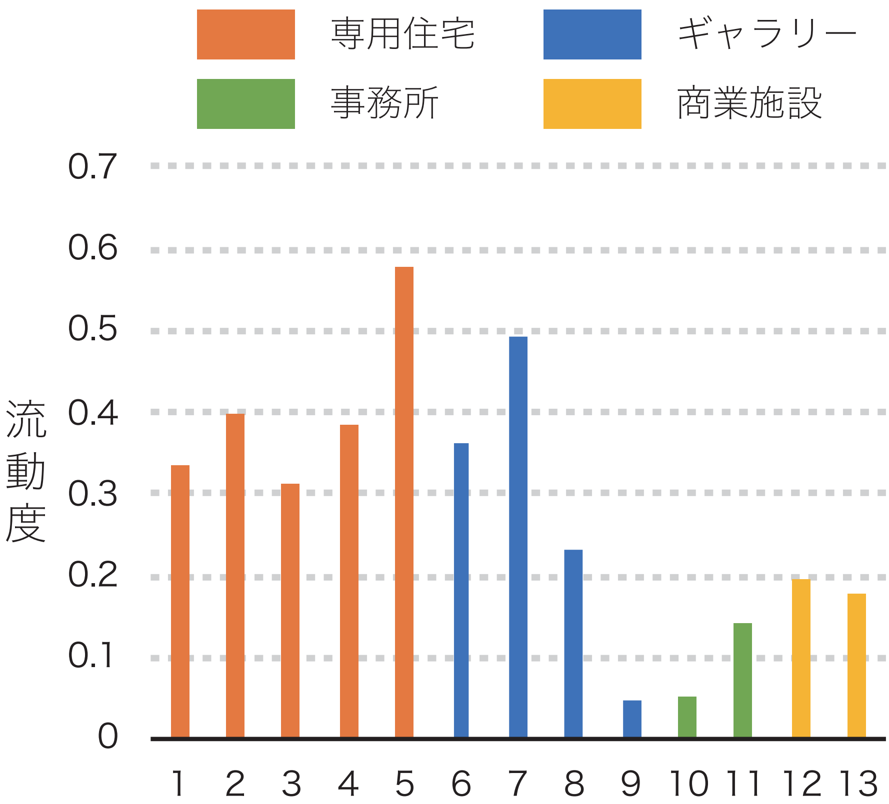


▲図１８　開口率

4．2．2． 流動度

専用住宅は 0.3 以上､ギャラリーは 0.05 ～ 0.50､事務所，商業施設はともに 0.2 以下となった。住宅、ギャラリーは、入れ子が宙に浮いている N0.9 を除き流動度が高く、事務所、商業施設は低くなる傾向が見られた。

図１９に結果を示す。



▲ 図１９　流動度

４．２．３． 開口によってつながるα’とβの機能の関係（図２０）

４．２．３．１． 専用住宅において

α’の名称がない領域への開口率が高く、また全ての機能から開かれている。またβ内のキッチンはα’の全ての機能へと開いており、その割合も高い。

４．２．３．２． ギャラリーにおいて

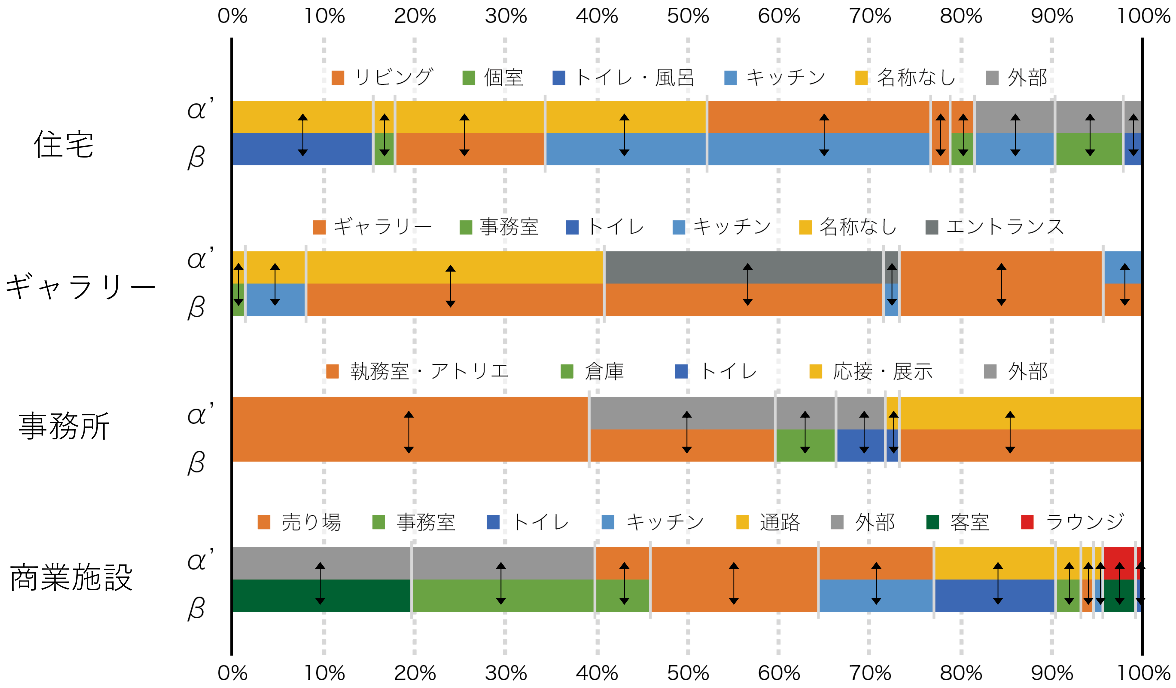
開口のほとんどがギャラリー機能に接している。またβから外部への開口が見られず、入れ子から屋外へに対する閉鎖性が高い。また住宅と同様にα’の名称がない領域への開口率が高い。

４．２．３．３． 事務所において

開口のほとんどが執務室に接しており、α’の機能に均等に開かれている。また、住宅、ギャラリーと比べβから外部（屋外）への開口率が高い。

４．２．３．４． 商業施設において

βから外部（屋外）への開口率が高く、事務室と客室から開かれている。また通路に対し複数の機能から開口が取られている。



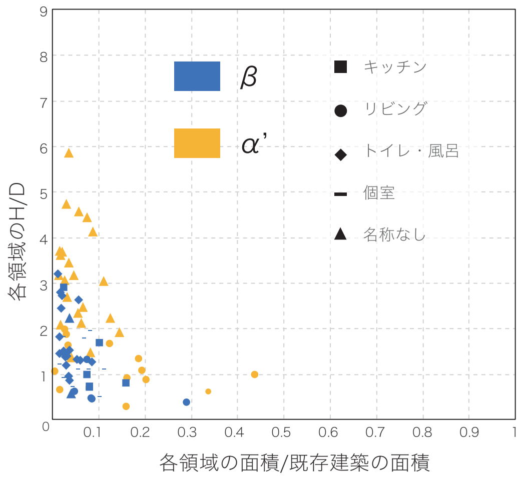
▲ 図２０　開口によってつながるα’とβの機能の関係

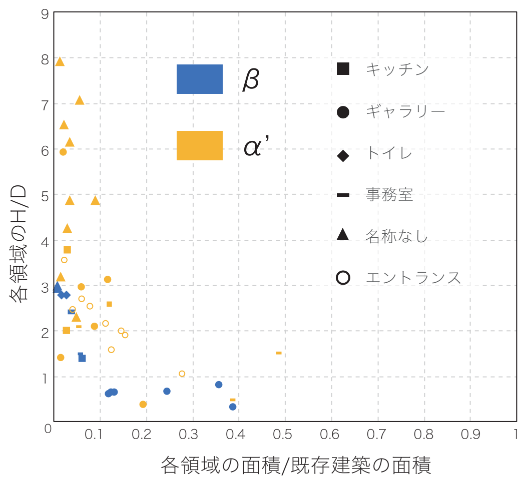
第 5 章

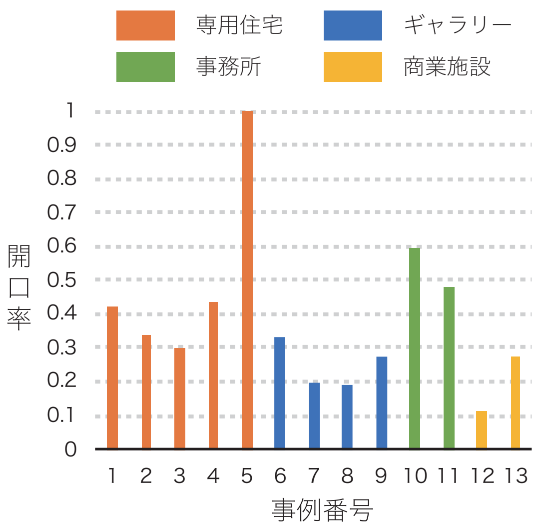
考察

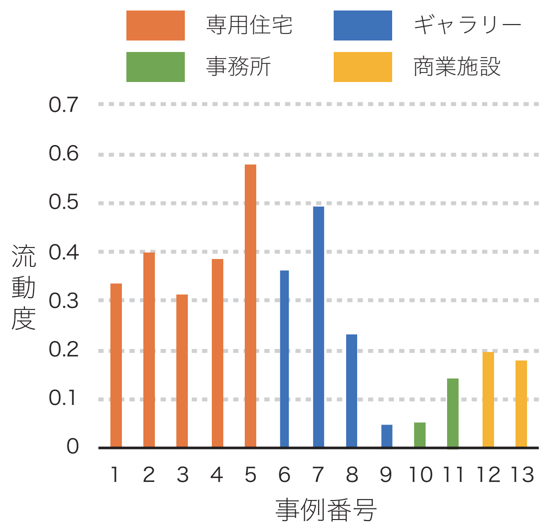
５．１． 専用住宅、ギャラリーにおける余剰空間の創出

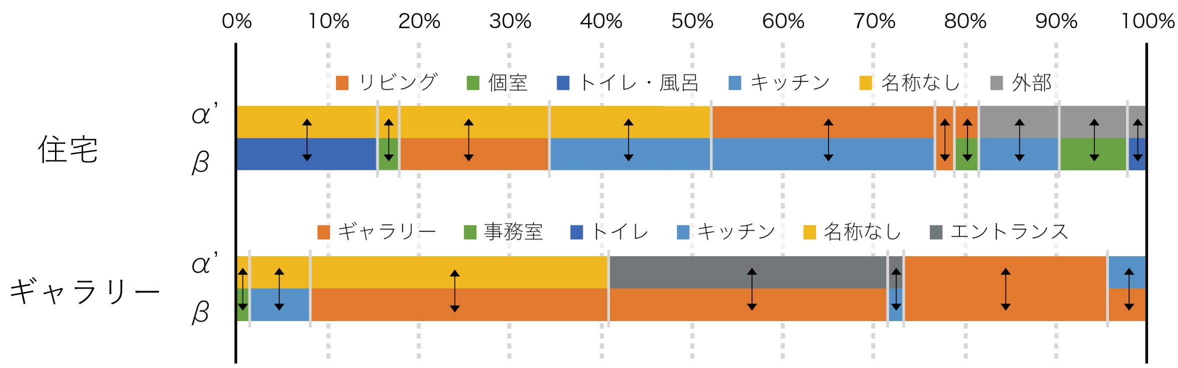
4.1. 及び 4.2.3. の分析より H/D が大きく曖昧な機能を持つ領域が多く、かつそれらの領域への開口が確保されていることが分かった。また 4.2.2. の分析より、人の行き来がしやすい入れ子が挿入されていることが分かった。住宅、ギャラリーではこうした既存ボリュームと入れ子の関係を活かした余剰的な空間が創出されていると考えられる。





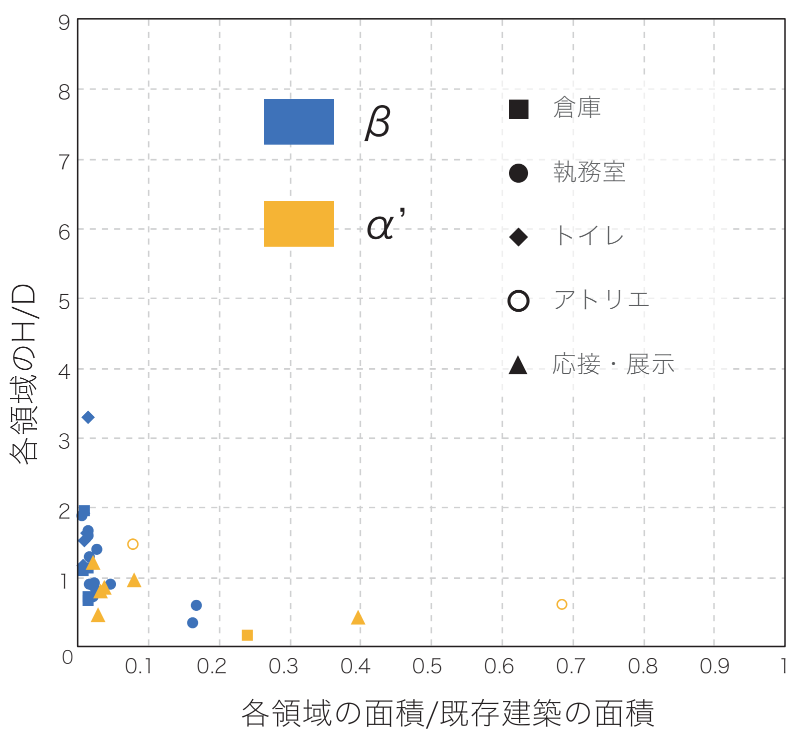

専用住宅
ギャラリー
事務所
商業施設
開口率
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
事例番号

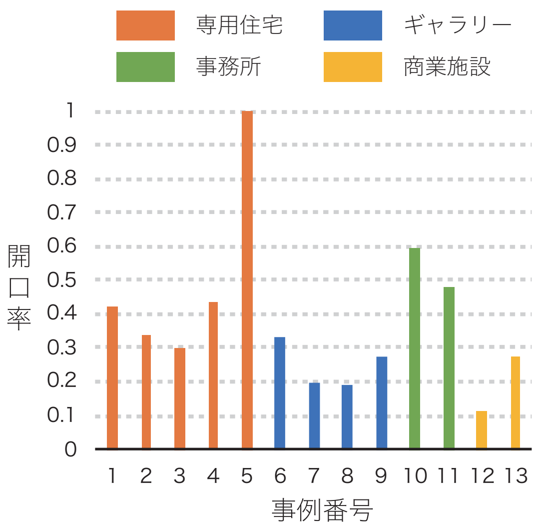

専用住宅
ギャラリー
事務所
商業施設
流動度
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
事例番号

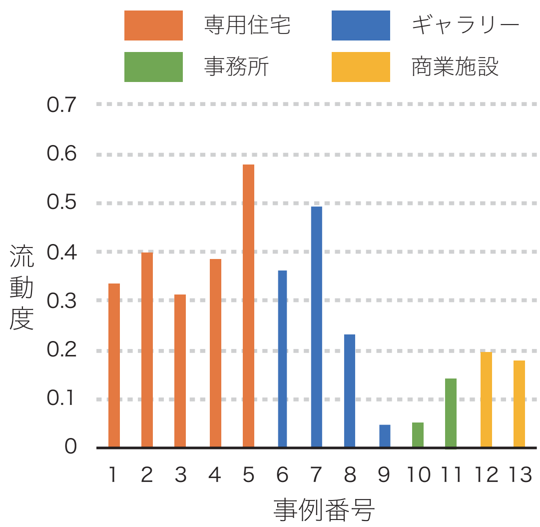

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
リビング
個室
トイレ・風呂
キッチン
名称なし
外部
住宅
α'
β
ギャラリー
事務室
トイレ
キッチン
名称なし
エントランス
ギャラリー
α'
β

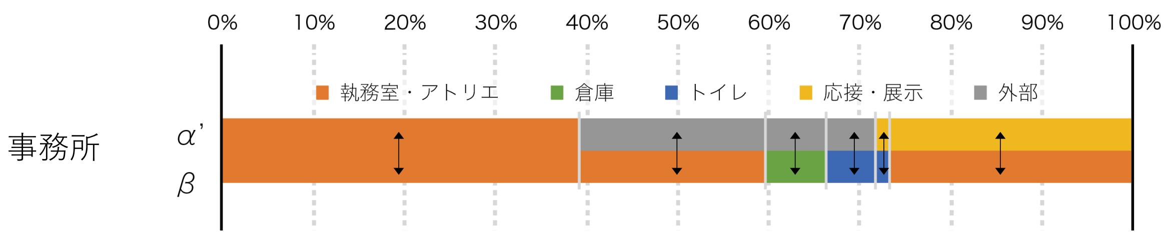
５．２．　事務所における就労環境

4.1.3. 及び 4.2. の分析より単純な構成により、大きなα’領域の確保とβ領域の視覚的つながりの強さ、出入りのしにくさが特徴としてあげられる。執務室において外部への視覚的つながりが強くなることも確認できた。また、4.2.2. の分析より流動度は他の建物用途と比べて著しく低く、入れ子を通じた人の流動性は低いことが分かった。これらのことから入れ子外部の既存空間、屋外への視覚的つながりの強い、長時間滞在する執務室がつくられていることが分かった。



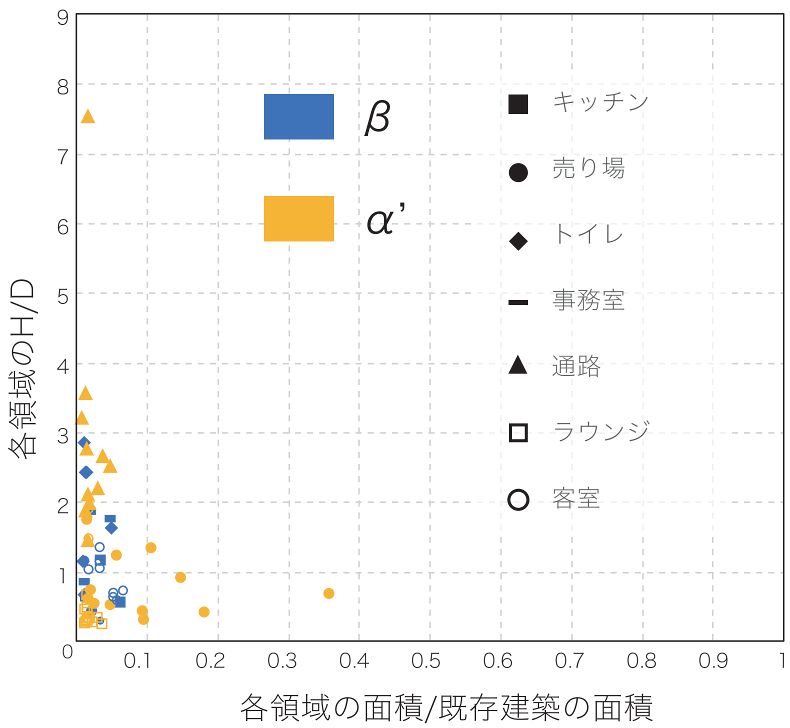

専用住宅
ギャラリー
事務所
商業施設
開口率
事例番号

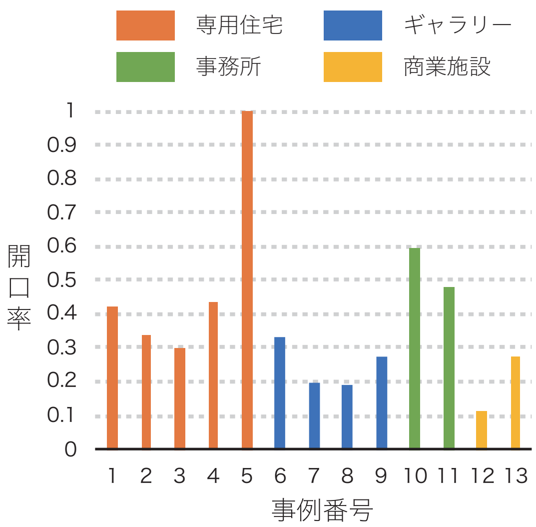

専用住宅
ギャラリー
事務所
商業施設
流動度
事例番号


執務室・アトリエ
倉庫
トイレ
応接・展示
外部
事務所
α'
β

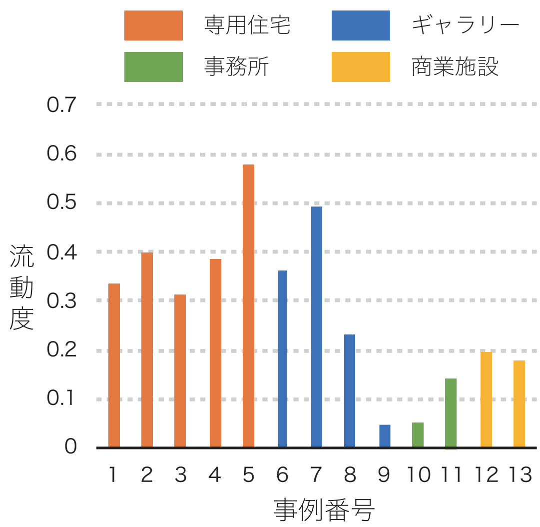
5．3． 商業施設

4.1.4. の分析より商業施設では入れ子の中に従業員の就労空間を確保することで、客と従業員の領域の分離を行っていることが分かった。そのため 4.2.1.、4.2.2. の分析より β と α’ 間の視覚的つながりが弱くなること、流動度が低くなることが確認できた。入れ子の閉鎖性が高いことから 4.2.3. の分析より入れ子内の事務室と外部のつながりが強くなることも確認できた。また 4.1.4. 及び 4.2.3. の分析より、入れ子と既存ボリュームとの隙間の H/D が大きい領域が通路として様々な機能と繋がり、業務を行う上で効率的に使われていると考えられる。

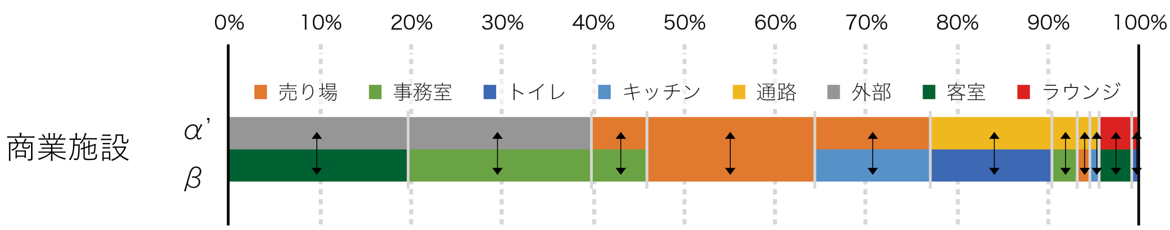




専用住宅
ギャラリー
事務所
商業施設
開口率
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
事例番号



専用住宅
ギャラリー
事務所
商業施設
流動度
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
事例番号



0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
売り場
事務室
トイレ
キッチン
通路
外部
客室
ラウンジ
商業施設
α'
β

第 6 章

結論

本研究では工場・倉庫・蔵における入れ子状のコンバージョンを行った事例において建物用途ごとに傾向を分析し、以下のことを明らかにした。

(1) 住宅やギャラリーでは、既存建築と入れ子の関係を活かした余剰空間が多くある。
(2) 事務所では入れ子内部の執務室において、入れ子の外部及び外部空間への視覚的つながりが強い。
(3) 商業施設では入れ子の操作によって客と従業員の領域の分離を行っている。

以上より、本研究では工場・倉庫・蔵の入れ子状のコンバージョンにおける建物用途ごとの空間の特性、関係性を明らかにした。

【参考文献】

１）小川博法　徳田光弘　瀬戸なつみ『建築専門雑誌におけるリノベーションの関連記事の推移』日本建築学会九州支部研究報告 2014.3
２）倉持翔太『工場・倉庫のコンバージョンにおける空間構成の変化に関する研究』日本建築学会大会学術講演梗概集 2019.9
３）守直朗『現代日本の倉庫建築における空間構成からみた用途転用の手法』日本建築学会大会学術講演梗概集 2011.8
４）
新建築 2014 年 5 月号（NO.13 ONOMICHI U2）
新建築 2015 年 9 月号（NO.6 富久千代酒造 酒蔵改修ギャラリー）
新建築 2017 年 2 月号（NO.10 HandiLabo）
新建築 2019 年 4 月号（NO.11 ウッディパーツ第 2 工場オフィスプロジェクト
新建築 2019 年 11 月号（NO.8 長谷川醸庫）
新建築 2019 年 11 月号（NO.12 富岡倉庫 3 号倉庫）
５）
新建築住宅特集 2014 年 2 月号（NO.5 煉瓦倉庫の隠れ家）
新建築住宅特集 2016 年 2 月号（NO.2 メリヤスハウス）
新建築住宅特集 2017 年 2 月号（NO.3 BIG T）
新建築住宅特集 2017 年 3 月号（NO.1 HOMEBASE）
新建築住宅特集 2020 年 6 月号（NO.4 工場に家）
６）architecturephoto（NO.7 竹木場の回廊）
７）住宅建築 2014 年 5 月（NO.9 NO WAVE）

【謝辞】

本研究においてご指導頂いた指導教官である坂牛卓教授に心より感謝申し上げます。あわせて、坂牛卓教授とともに常にご指導いただいた坂牛研究室の大村聡一朗さん、鳥海沙織さん、先輩方、同級生にも深く感謝申し上げます。

ありがとうございました。

2020 年 11 月 17 日　　石崎晴也

資料編

データシート

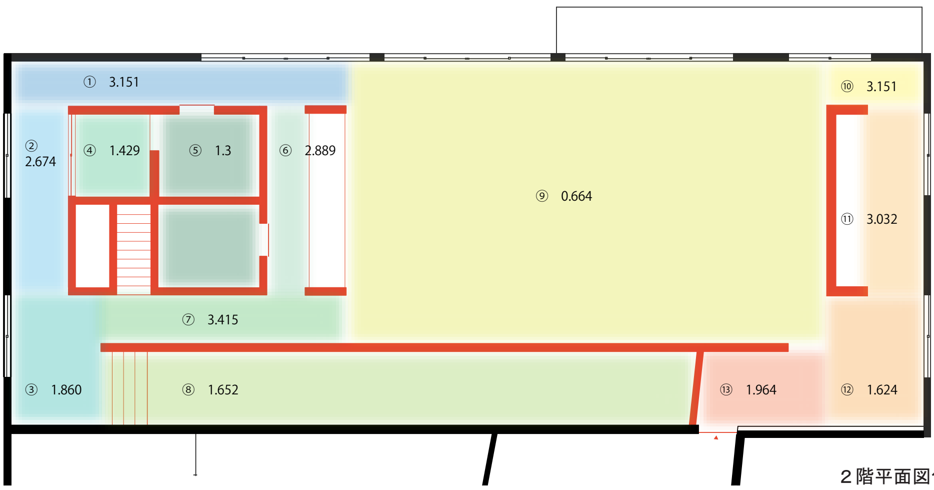
NO. 1　HOMEBASE

設計者　：　PLUS CASA

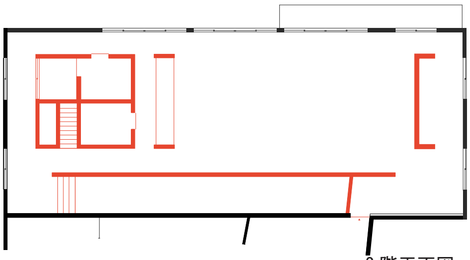
所在地　：　鳥取県

竣工年　：　2016 年 3 月

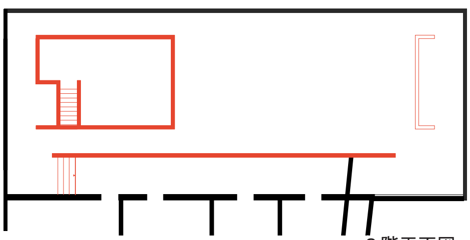
３階平面図色分け　1:300



２階平面図色分け　1:300

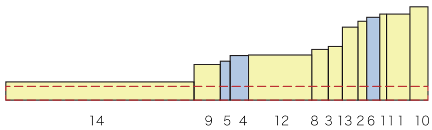


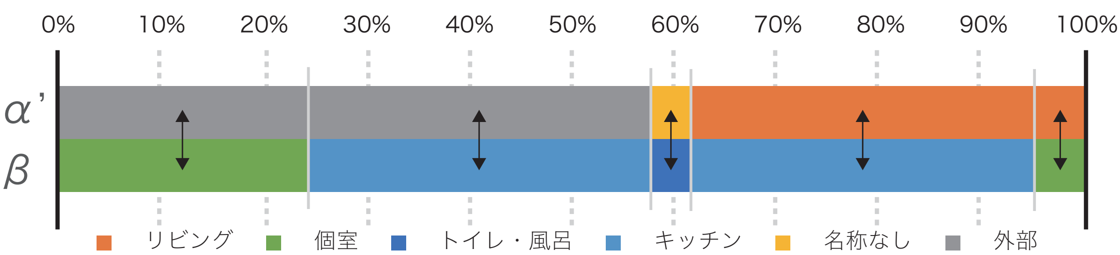
２階平面図　1:600



３階平面図　1:600

NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	3.151258	2.47	居室
2	2.67425	5.76	洗濯乾燥室
3	1.860215	6	居室
4	1.428571	3.64	風呂
5	1.3	9.6	トイレ、パントリー
6	2.888888	3.2	キッチン
7	3.415467	6.61	居室
8	1.652094	23.31	クローゼット
9	0.664010	69.07	リビングダイニング
10	3.151258	8.6	居室
11	3.032220	4.8	クローク
12	1.624413	6.73	居室
13	1.963553	5.16	居室
14	0.26846	9.6	ロフト



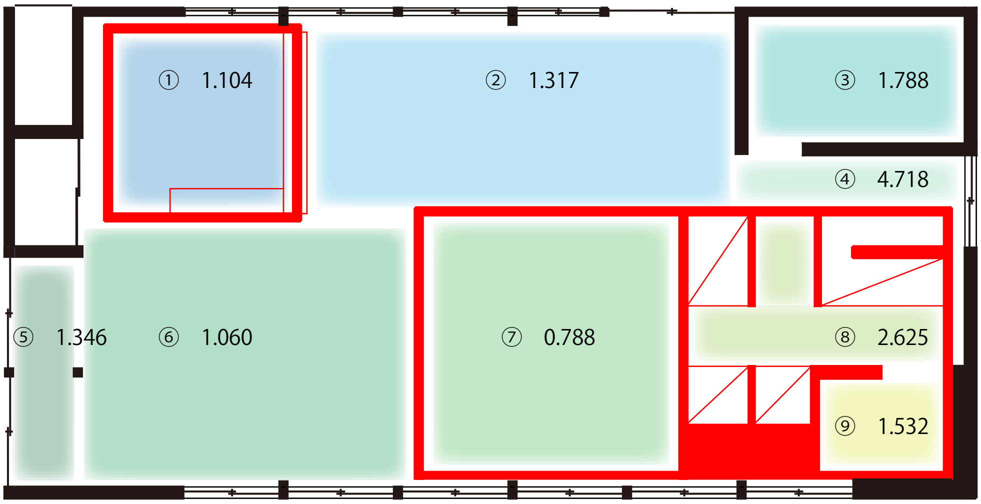


NO.2　メリヤスハウス

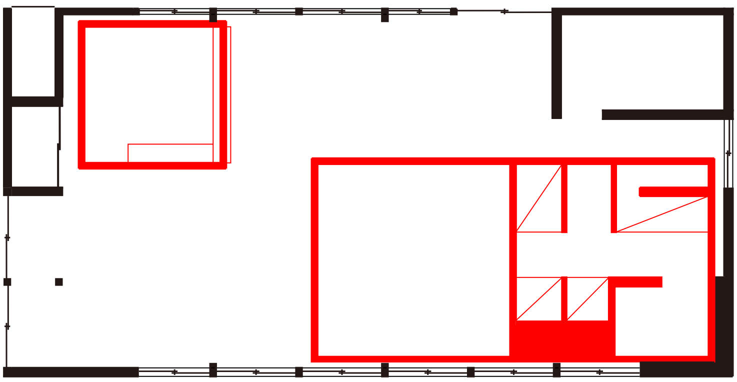
設計者　:　川村建築設計室

所在地　:　奈良県

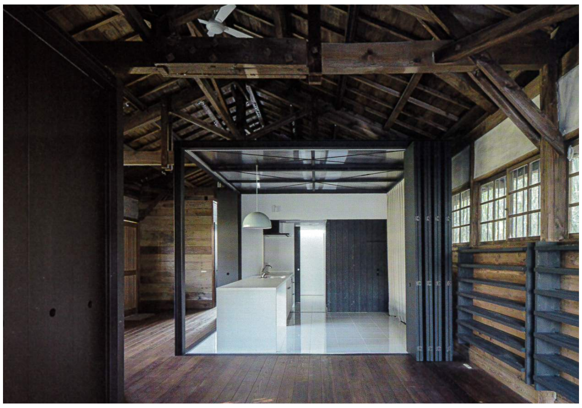
竣工年　:　2014 年 2 月



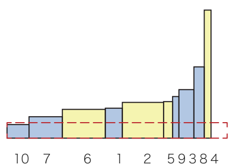
1 階平面図色分け　1:150

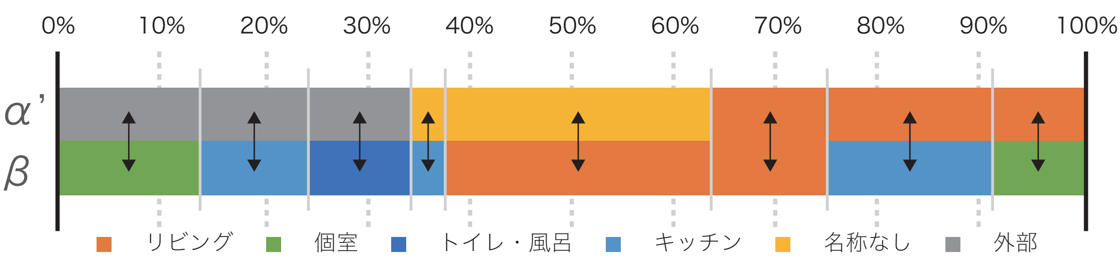


1 階平面図　1:200



NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	1.104	6.25	部屋１
2	1.31745455	15. 15	居室
3	1.78848352	5. 5146	納戸
4	4.71794576	2. 4846	居室
5	1.34615385	3. 3124	テラス
6	1.06057143	15.785	居室
7	0.78857143	12.25	キッチンダイニング
8	2.625	3. 8	洗面脱衣所
9	1.53284672	2. 329	風呂
10	0.49992674	8.0808	部屋２



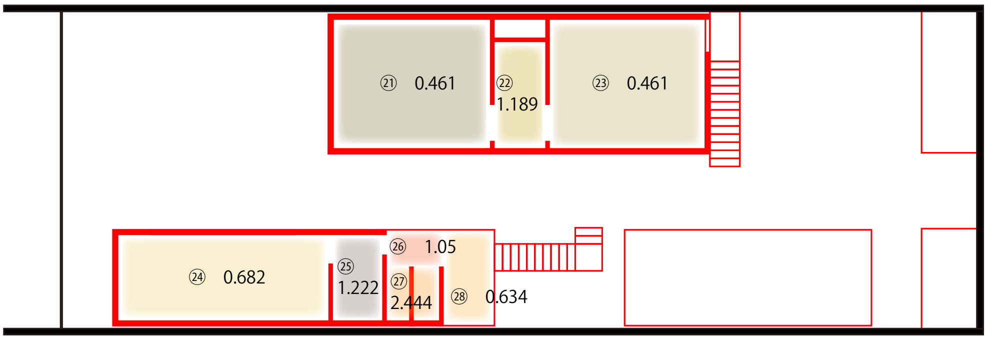


NO.3　BIG T

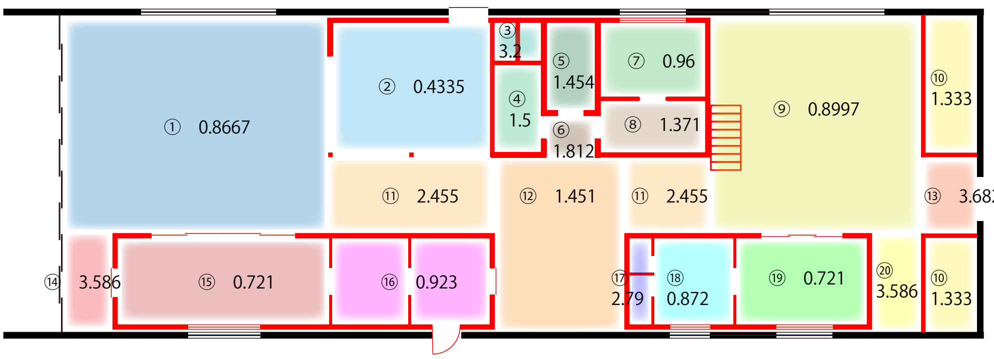
設計者　：　トラフ建築設計事務所＋寶神尚史

所在地　：　東日本

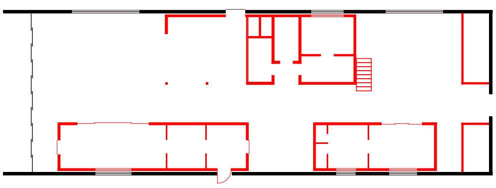
竣工年　：　2016 年 8 月



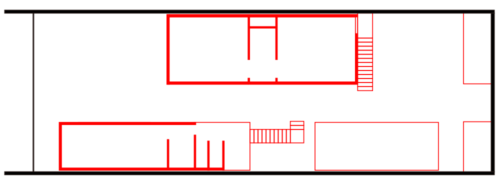
２階平面図色分け　1:250



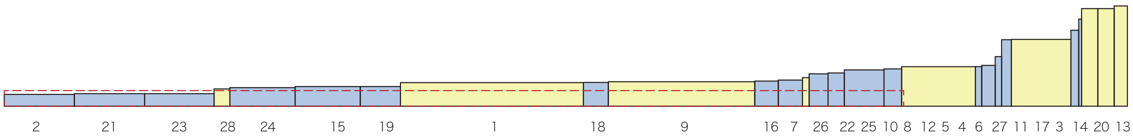
１階平面図色分け　1:250



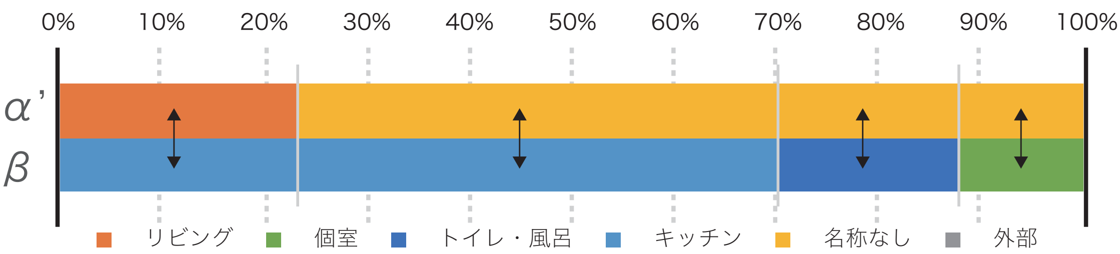
１階平面図　1:500



２階平面図　1:500



NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	0.86673803	67.226	ダイニング
2	0.43359866	25.779	和室
3	3.2	1.05	トイレ
4	1.5	4.96	洗面所
5	1.45454545	2.31	洗濯室
6	1.81268882	2.3832	居室
7	0.96	8.875	浴室
8	1.37142857	6.475	脱衣室
9	0.89972222	53.8128	プレイスペース
10	1.33333333	14.58	設備
11	2.45518519	21.87	居室
12	1.45155556	27.117	居室
13	3.68277778	4.86	居室
14	3.58611111	5.9868	居室
15	0.72158749	23.947	キッチン
16	0.92307692	8.6476	エントランス
17	2.79069767	2.86036	居室
18	0.87272727	9.1465	洗面所
19	0.72158749	14.767	寝室１
20	3.58611111	5.9868	居室
21	0.46082949	25.779	寝室２
22	1.18918919	6.9375	トイレ
23	0.46082949	25.5409	リビング
24	0.68195908	23.9472	ゲストルーム
25	1.22222222	5.9868	クローゼット
26	1.04973684	2.4375	居室
27	2.44444444	3.61	トイレ
28	0.63495652	5.8205	居室

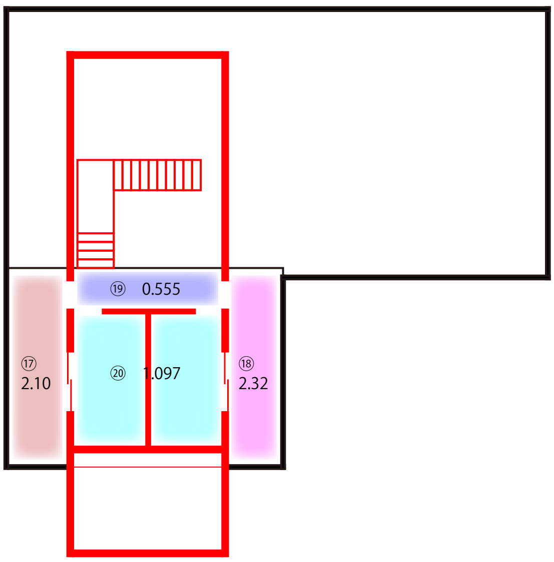


NO.4　工場に家

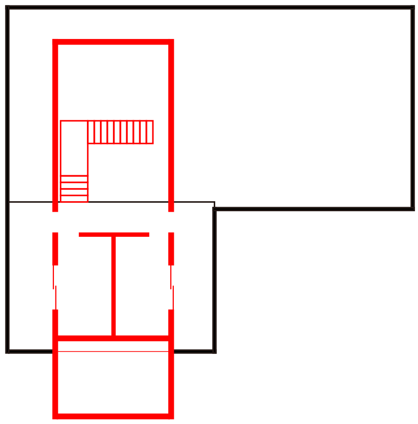
設計者　:　裕建築計画

所在地　:　愛知県

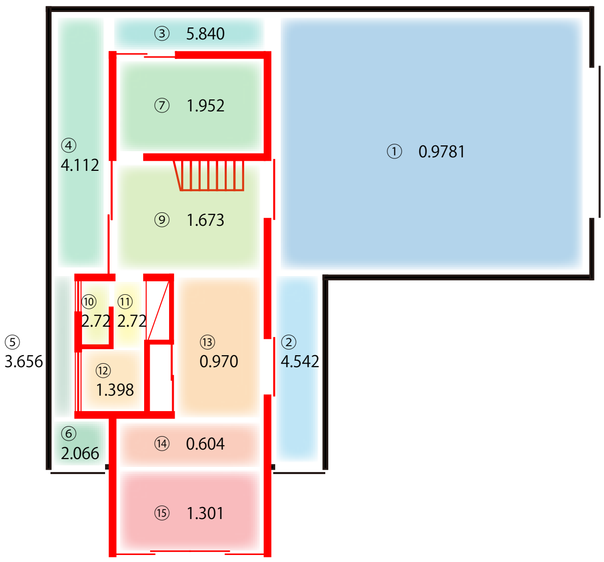
竣工年　:　2017 年 3 月



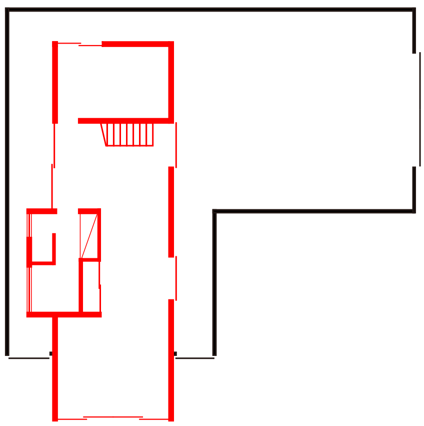
２階平面図色分け　1:200



２階平面図　1:375

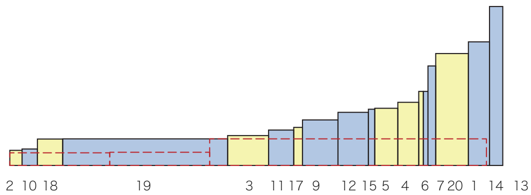


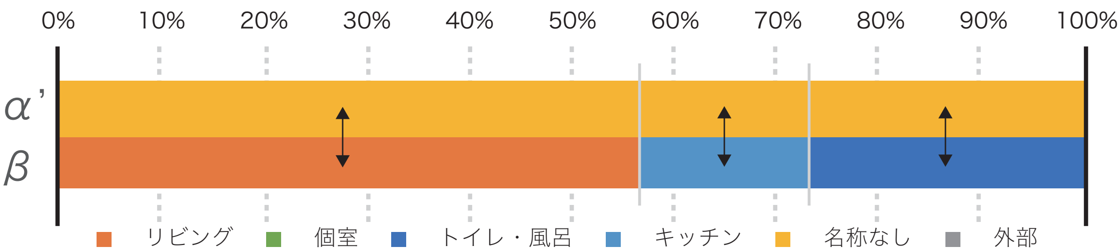
１階平面図色分け　1:200



１階平面図　1:375

NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	4.11242604	60.6057	工場
2	0.55555556	7.7571	テラス
3	1.09797297	4.87305	名無し
4	2.32026144	12.0075	テラス
5	2.10059172	2.8392	名無し
6	2.72087912	2.3322	名無し
7	2.72087912	11.1794	ルーム
9	1.67315542	13.0426	ダイニング
10	0.6046398	1.7017	トイレ
11	1.3013431	1.7017	洗面所
12	1.95201465	3.2214	浴室
13	5.84033613	9.282	キッチン
14	4.54248366	5.6511	リビング
15	2.06666667	9.2547	リビング
17	1.39887006	8.4838	テラス
18	0.97098039	7.6806	テラス
19	0.97818438	4.5045	ホール
20	3.65641026	15.0427	ルーム



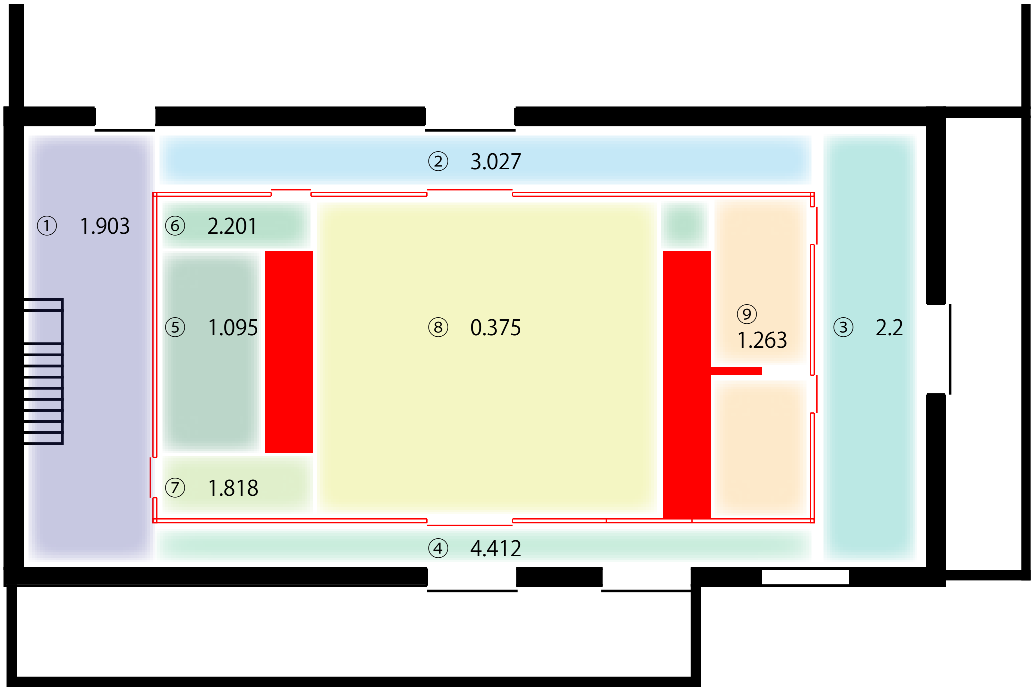


NO.5　煉瓦倉庫の隠れ家

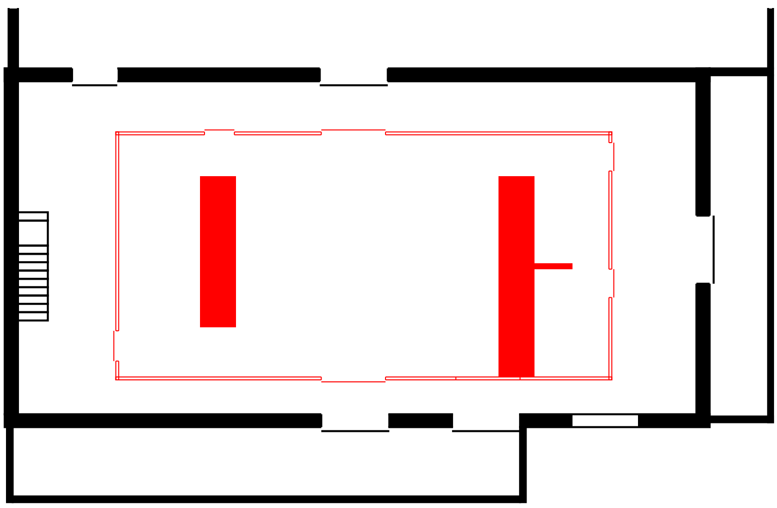
設計者　：　河口佳介＋K2-DESIGN

所在地　：　広島県

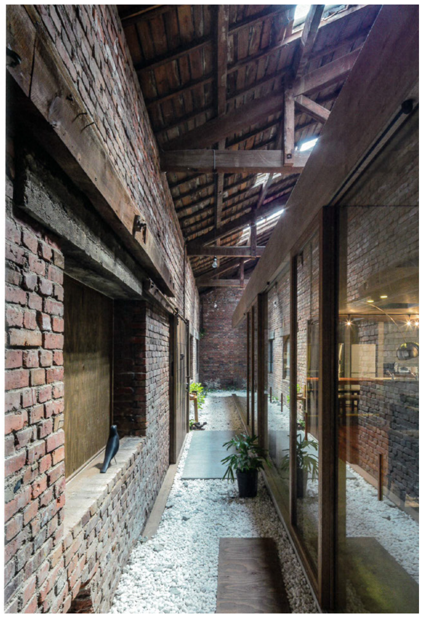
竣工年　：　2013年4月



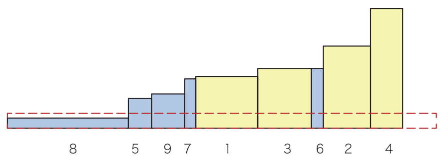
1階平面図色分け　1:150

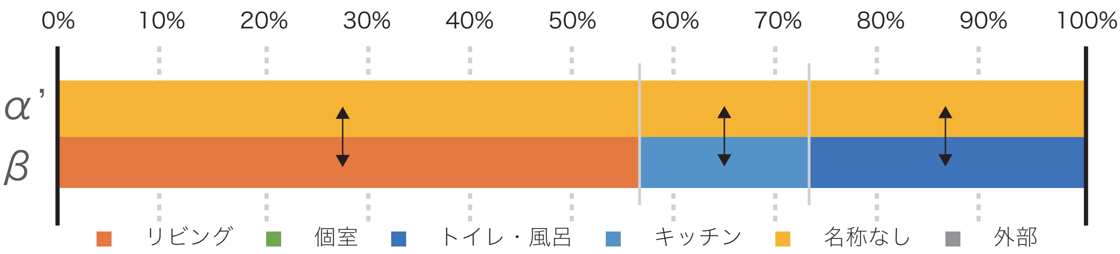


1階平面図　1:200



NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	1.9030888	22.792	名無し
2	3.02737985	17.3798	名無し
3	2.20044643	19.712	名無し
4	4.41228352	11.7897	名無し
5	1.09589041	8.5785	和室
6	2.20183486	4.4145	名無し（内部土間）
7	1.81818182	4.092	書斎
8	0.375	44.48	ldk
9	1.26315789	12.16	洗面所、浴室、トイレ





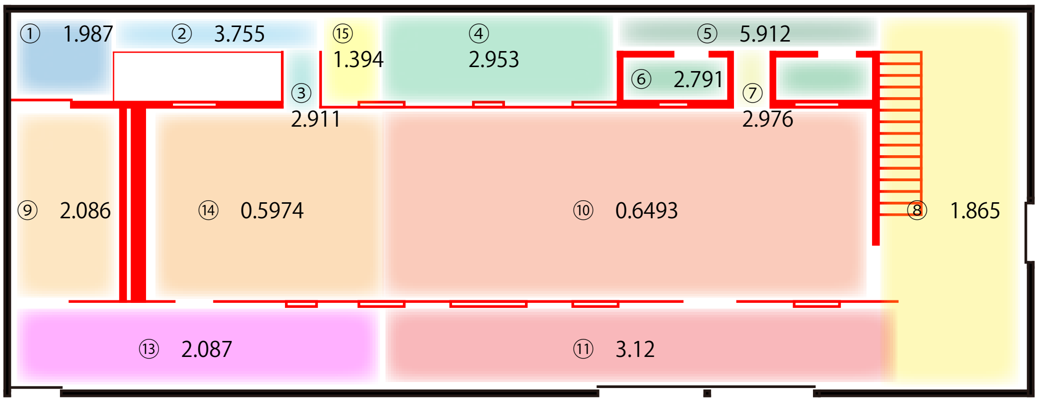
NO. 6　富久千代酒造 酒蔵改修ギャラリー

設計者　:　yHa architects

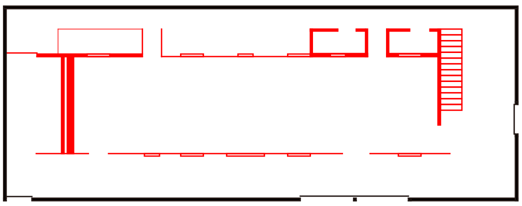
所在地　:　佐賀県

竣工年　:　2014 年 2 月

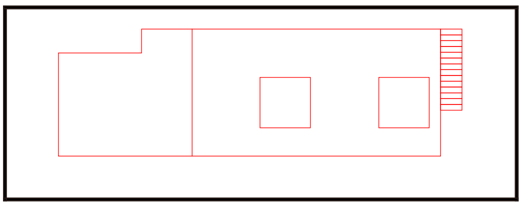
２階平面図色分け　1:150



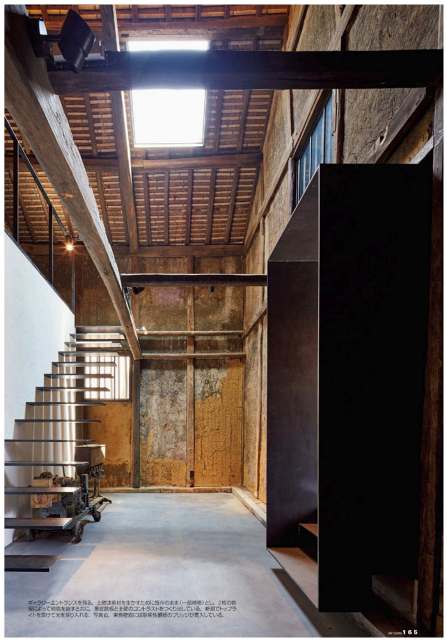
１階平面図色分け　1:150



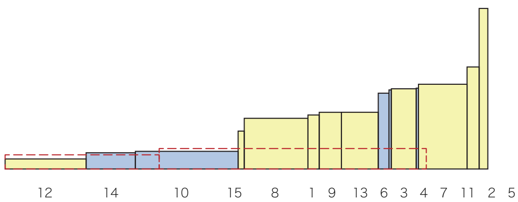
１階平面図　1:300

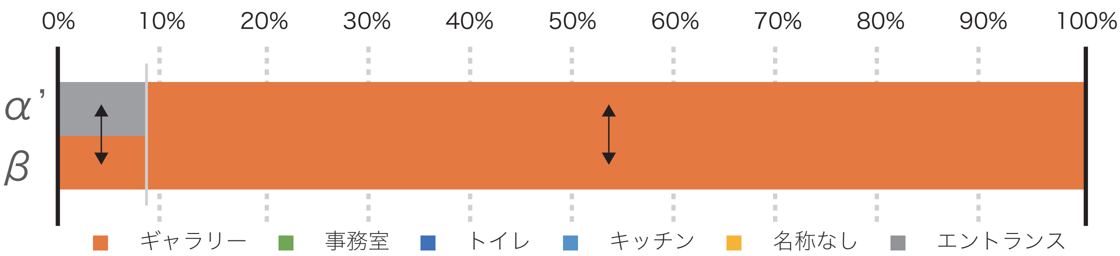


２階平面図　1:300



NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	1.98787179	4.1379	キッチン
2	3.7557907	4.4419	キッチン
3	2.91139241	0.8611	名無し
4	2.95335897	9.1533	回廊、倉庫
5	5.91202326	3.1949	回廊
6	2.79069767	3.9382	トイレ
7	2.97619048	0.8284	名無し
8	1.8655599	23.4086	エントランス
9	2.08671065	8.1697	倉庫
10	0.64935065	37.7647	ギャラリー
11	3.1200989	17.8524	回廊
12	0.36889764	29.7647	ラウンジ
13	2.08750549	13.5171	回廊
14	0.5974026	18.095	ギャラリー
15	1.39487179	2.2479	回廊、倉庫



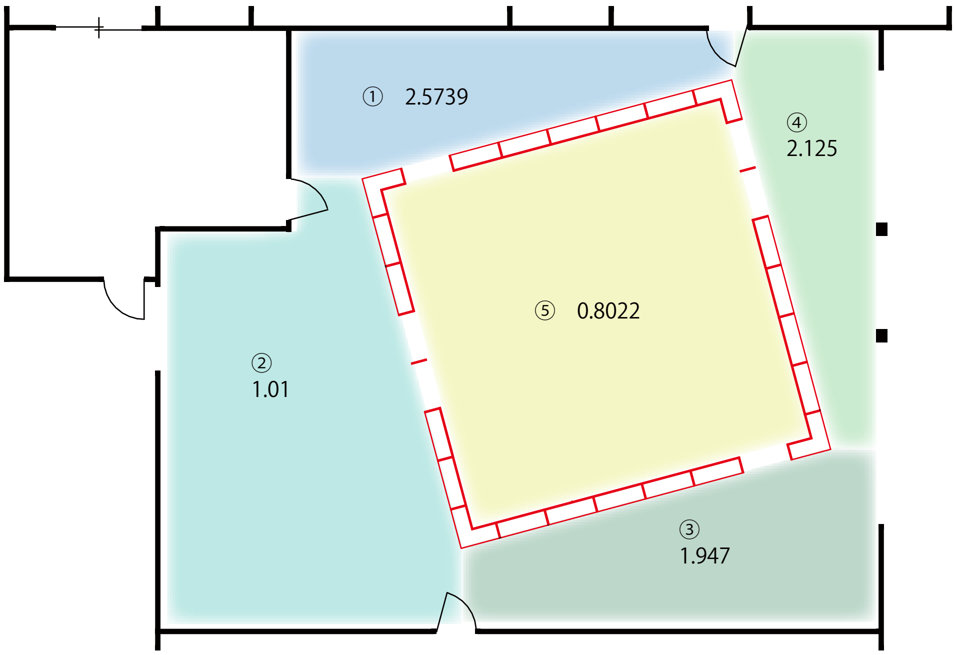


NO.7　竹木場の回廊

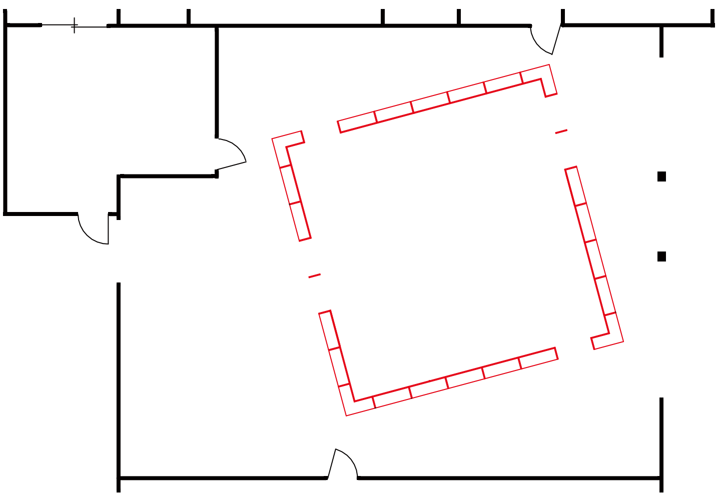
設計者　:　矢橋徹建築設計事務所

所在地　:　佐賀県

竣工年　:　2017 年

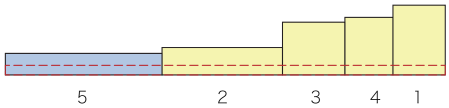


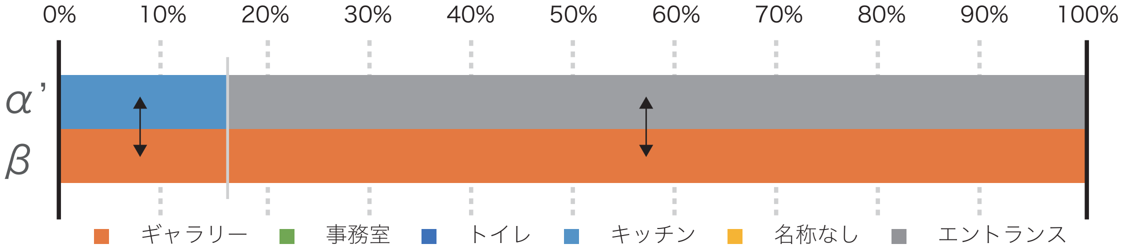
1 階平面図色分け　1:150



1 階平面図　1:200

NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	2.57397368	19.224	キッチン
2	1.01065025	44.2638	ホワイエ
3	1.94714715	22.9262	路地
4	2.12559051	17.6555	ポーチ
5	0.80220461	57.5777	ギャラリー



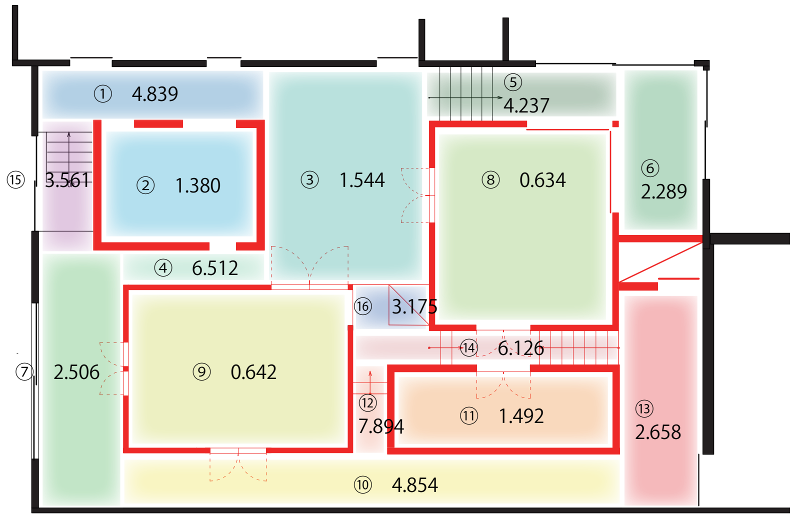


NO.8　長谷川醸庫

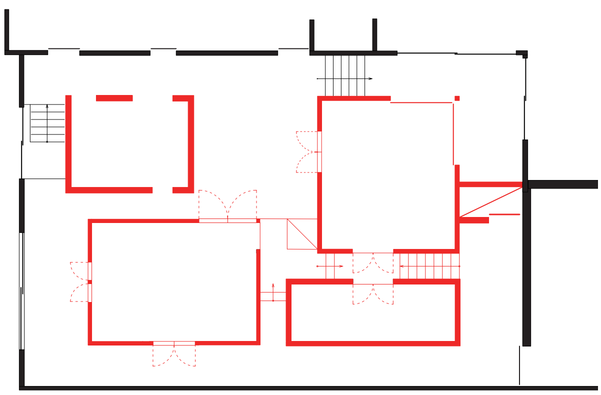
設計者　:　PLANET Creations 関谷昌人建築設計アトリエ

所在地　:　富山県

竣工年　:　2019 年 3 月

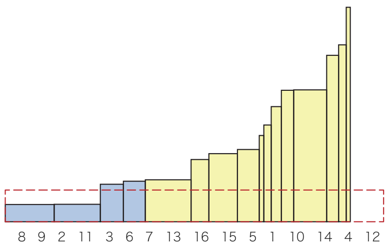


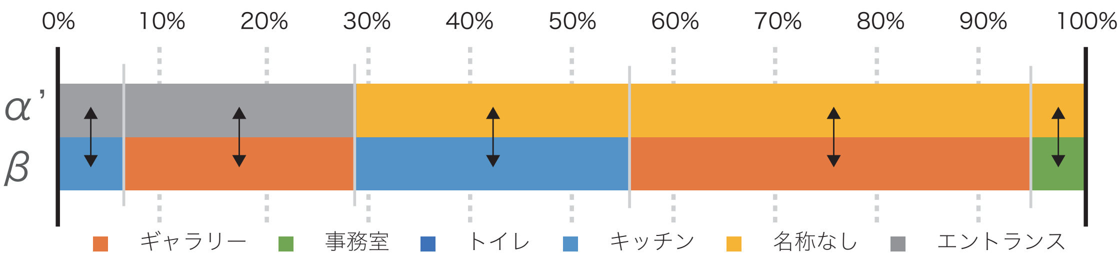
1 階平面図色分け　1:150



1 階平面図　1:200

NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	4.839	4.524	名無し
2	1.38012618	8.47278	キッチン
3	1.54368132	16.8208	広場（集う）
4	6.51280789	2.799	名無し
5	4.23782538	3.732	踊り場
6	2.28938763	6.53994	くつろぐ
7	2.50608456	10.5001	スロープ
8	0.63432836	17.9694	くつろぐ
9	0.64285714	16.975	食べる
10	4.85436893	12.12	名無し
11	1.49251497	8.05589	収納
12	7.89473684	1.4972	名無し
13	2.65865238	8.0136	玄関
14	6.12666667	4.395	踊り場
15	3.56121368	2.72025	搬入口
16	3.17507418	1.685	踊り場



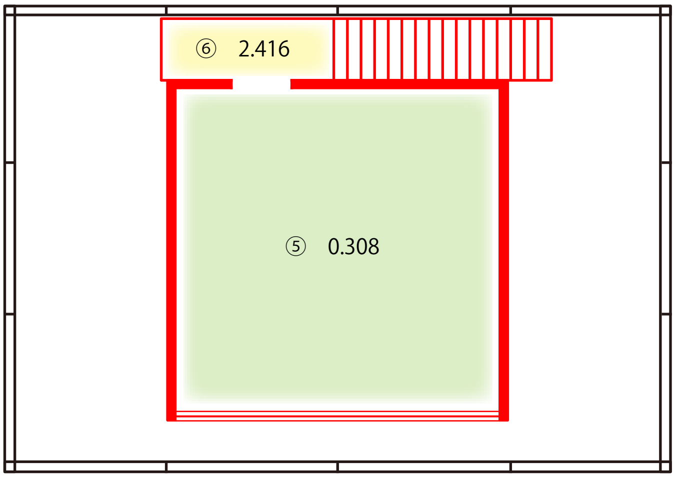


NO.9　NO WAVE

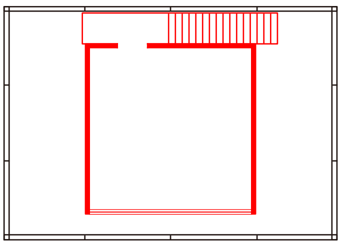
設計者　：　丸山寛文建築設計事務所

所在地　：　兵庫県

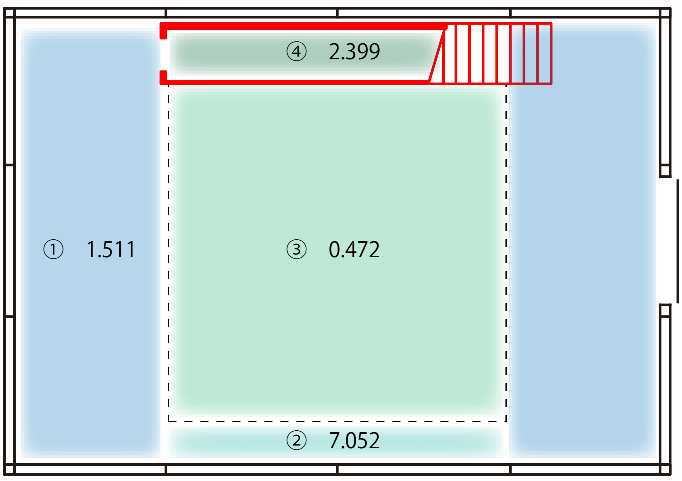
竣工年　：　2014 年



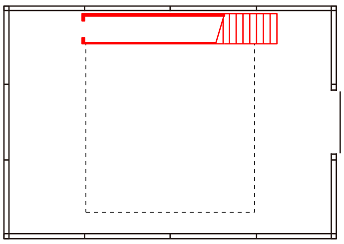
２階平面図色分け　1:150



２階平面図　1:300

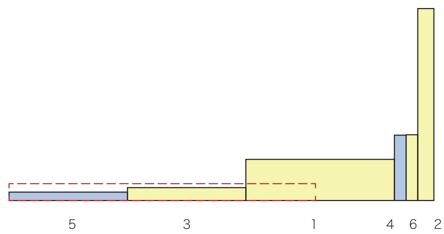


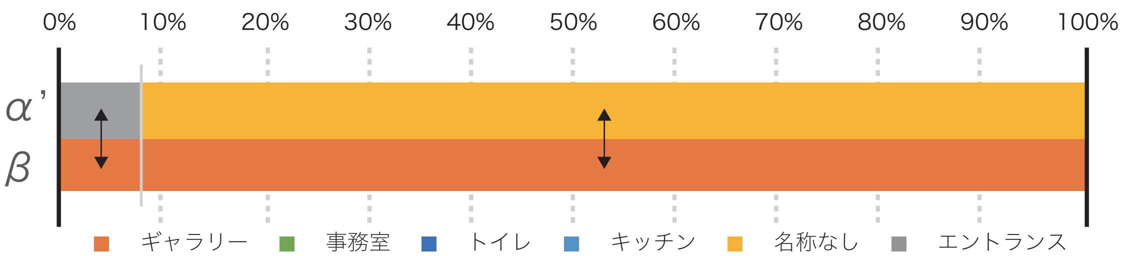
１階平面図色分け　1:150



１階平面図　1:300

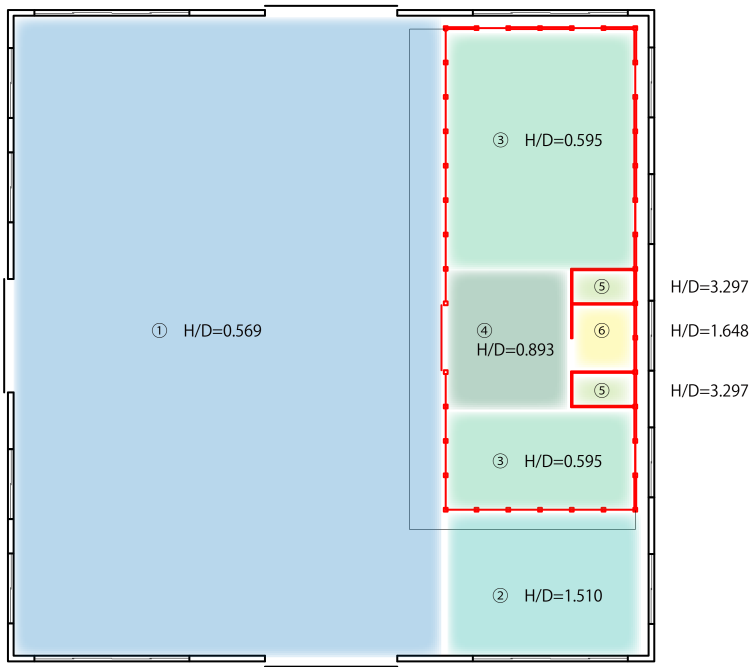
NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	1.51111111	54.648	工房
2	7.05222222	5.94	工房
3	0.47257576	43.56	工房
4	2.39923077	4.29	事務所
5	0.30833333	43.56	ギャラリー
6	2.41615385	4.29	踊り場



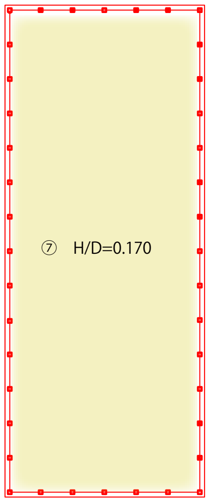


NO.10　HandiLabo

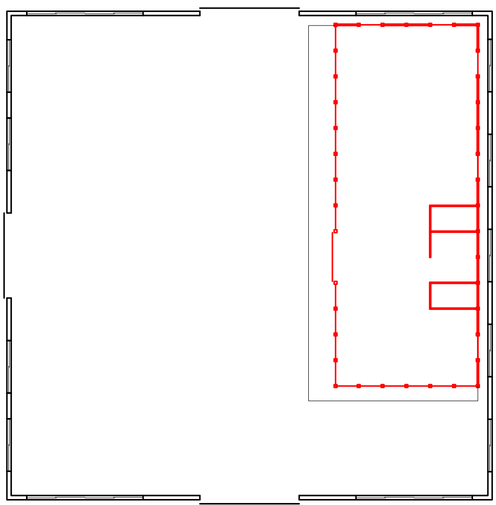
設計者　：　HandiHouse project
所在地　：　神奈川県
竣工年　：　2018 年 10 月



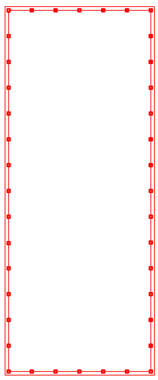
１階平面図色分け　1:200



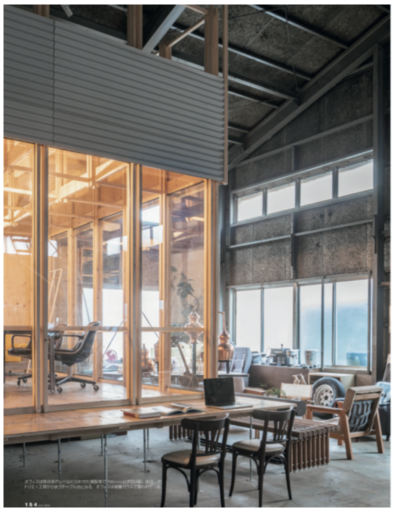
２階平面図色分け　1:200



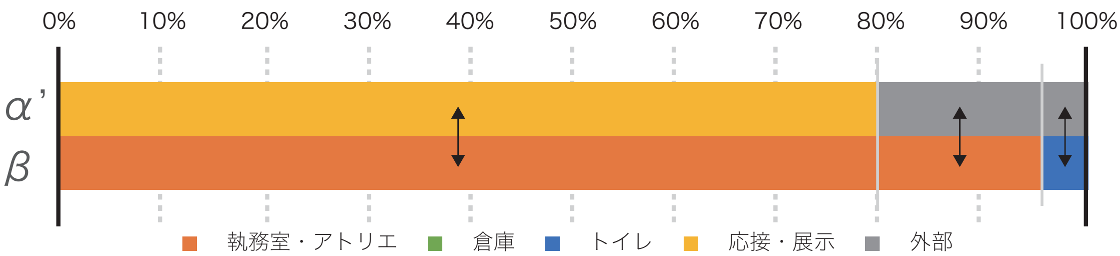
１階平面図　1:375



２階平面図　1:375



NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	0.56857943	187.204	アトリエ、工房
2	1.51003388	20.1174	蒸留実験室
3	0.5952381	45.864	コワーキングスペース
4	0.89285714	12.2304	キッチン
5	3.2967033	3.0576	トイレ
6	1.64835165	2.9666	洗面所
7	0.16962118	65.57	荷物置き場



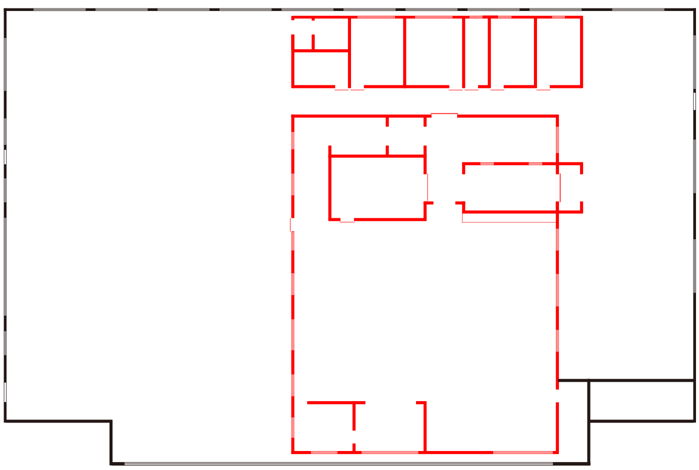
NO. 11　ウッディパーツ第 2 工場オフィスプロジェクト

設計者　：　ANALOG

所在地　：　富山県

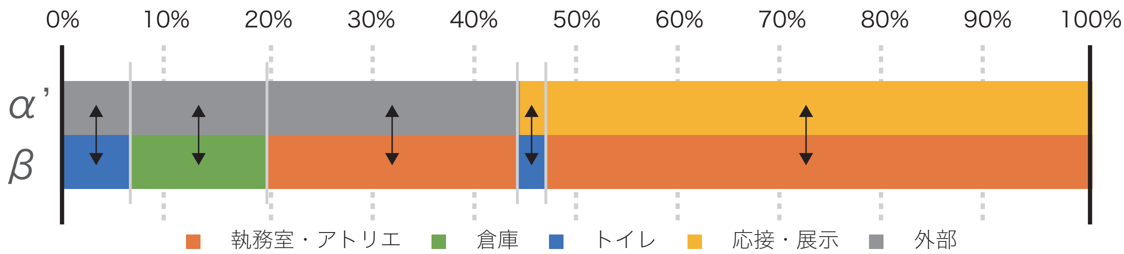
竣工年　：　2018 年 10 月

1 階平面図色分け　1:300



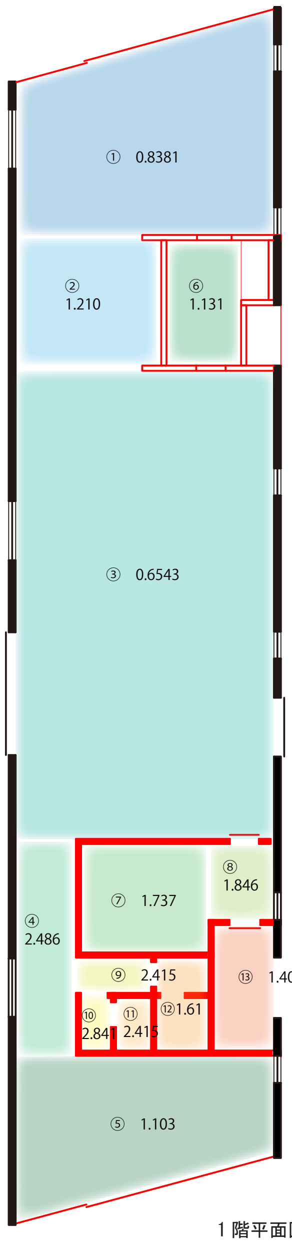
1 階平面図　1:500

NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	0.40578947	518.39	展示スペース
2	0.45590278	33.9414	展示スペース
3	1.38461538	34.125	通路
4	0.78595318	38.13	レセプションスペース
5	0.83471074	46.29	レセプションスペース
6	1.93333333	2.9325	多目的トイレ
7	1.17303371	5.6925	多目的トイレ
8	1.09894737	8.625	更衣室
9	0.71506849	16.79	更衣室
10	0.66923077	17.94	保管庫
11	1.53529412	7.82	給湯室
12	0.8557377	28.06	トイレ
13	1.65306122	16.7825	ユーティリティルーム
14	1.13207547	16.695	パントリー
15	1.58823529	17.4675	通路
16	1.28571429	19.53	応接スペース
17	0.71428571	26.46	カンファレンスルーム
18	0.89552239	19.84	エントランスホール
19	1.875	5.12	エントランス
20	0.33471074	212.875	執務スペース
21	0.90909091	28.875	個室
22	0.46285714	28.875	休憩スペース
23	1.95180723	11.468	倉庫
24	1.19509476	23.925	レセプションスペース
25	0.94931129	101.203	レセプションスペース

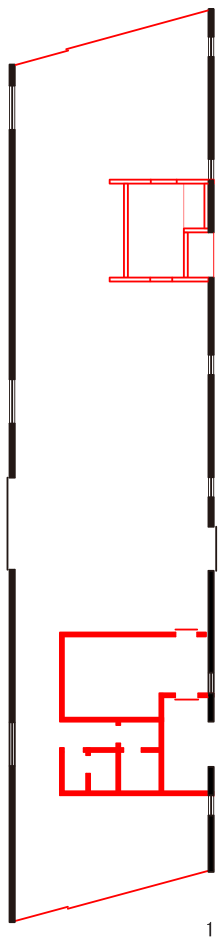


NO.12　富岡倉庫３号倉庫

設計者	:	隈研吾建築都市設計事務所
所在地	:	群馬県
竣工年	:	2019v 年 3 月

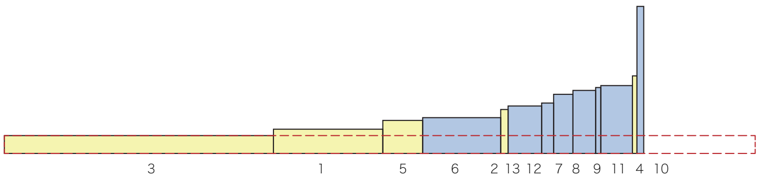


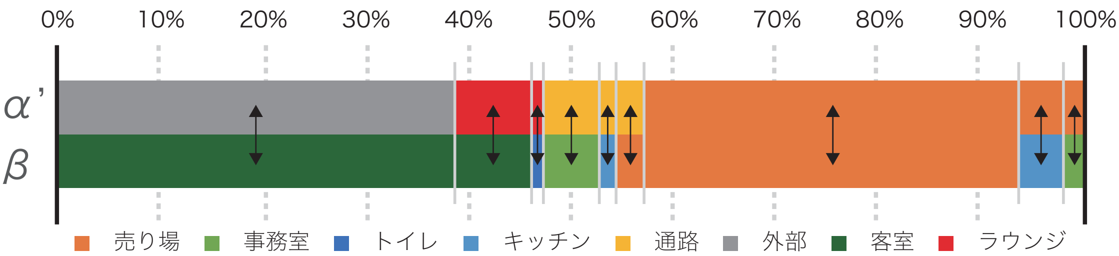
1 階平面図色分け　1:200



1 階平面図　1:375

NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	0.83816514	40.187	キッチンスタジオ
2	1.21013767	14.6447	売り場
3	0.65437195	98.8958	市場
4	2.48649826	11.6286	通路
5	1.10354381	28.6839	ギャラリー
6	1.13114754	8.34025	厨房
7	1.73782258	12.3267	事務室
8	1.84637775	4.39914	事務室
9	2.415	2.48755	洗面所
10	2.84117647	1.65	トイレ
11	2.415	1.8975	トイレ
12	1.61	12.3267	トイレ
13	1.40243902	7.10427	設備



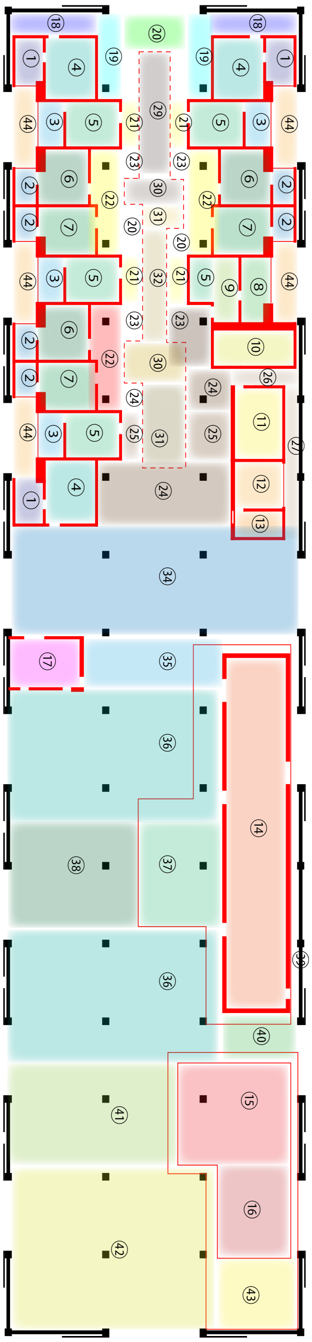


NO.12　ONOMICHI U2

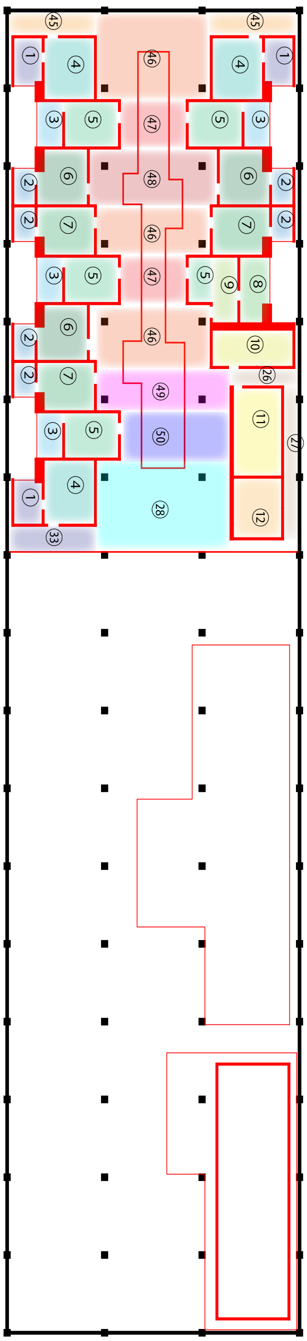
設計者　：　SUPPOSE DESIGN OFFICE

所在地　：　広島県

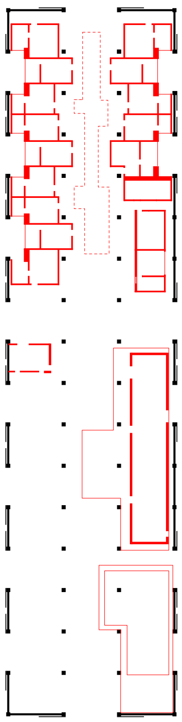
竣工年　：　2014 年 3 月

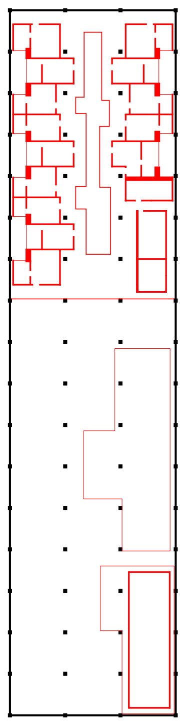


１階平面図色分け　1:600



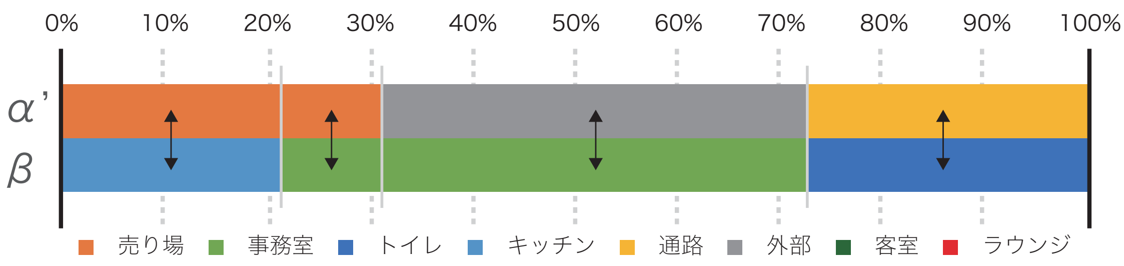
２階平面図色分け　1:600



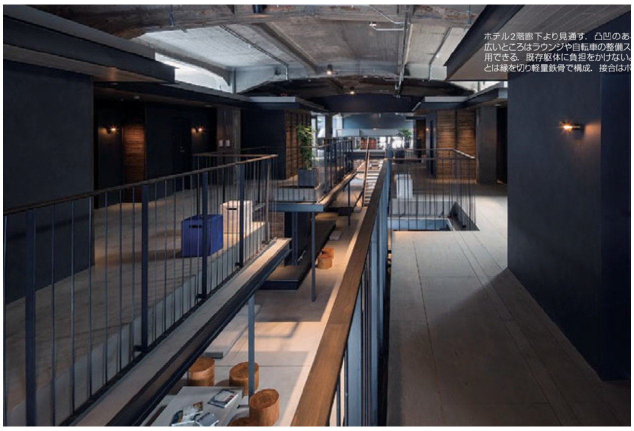


１階平面図色分け　1:1000

２階平面図色分け　1:1000



NO	H/D	面積(㎡)	機能
1	1	48.0525	客室
2	1.3030303	49.5	客室
3	1.1025641	49.14	客室
4	0.58108108	94.35	客室
5	0.68253968	111.9825	客室
6	0.58108108	85.47	客室
7	0.64179104	84.42	客室
8	0.97727273	19.8	客室
9	1.1025641	7.605	客室
10	0.84313725	14.9175	リネン室
11	0.6056338	17.395	事務所
12	0.65151515	11.715	トイレ
13	1.13157895	6.745	トイレ
14	0.53333333	106.335	キッチン
15	0.26875	54.4	サイクルショップ
16	0.41346154	32.24	サイクルショップ
17	0.63235294	17.595	倉庫
18	1.42028986	21.47625	宿泊名無し
19	0.40167364	20.315	宿泊名無し
20	0.29268293	30.3912	宿泊名無し
21	0.5	16.536	宿泊名無し
22	0.33333333	42.495	宿泊名無し
23	0.26086957	21.101	宿泊名無し
24	0.25	54.58	レセプション
25	0.30379747	15.435	レセプション
26	1.84615385	12.48	スタッフ
27	1.95918367	24.745	スタッフ
28	0.33333333	57.758	宿泊名無し
29	2.72727273	17.82	吹き抜け
30	1.42857143	18.69	吹き抜け
31	2.06896552	21.025	吹き抜け
32	3.52941176	12.24	吹き抜け
33	0.28985507	12.34375	宿泊名無し
34	0.28985507	169.41	ホワイエ
35	0.59405941	22.7957	ショップスペース
36	0.39215686	328.185	カフェスペース
37	3.18181818	3.74	オープンキッチン
38	0.50847458	40.12	レストランスペース
39	7.5	29.865	スタッフ
40	1.72661871	18.765	公共スペース
41	0.5	81.6	公共スペース
42	0.40540541	164.65	公共スペース
43	0.7106599	29.0575	メンテナンススペース
44	2.61904762	57.4875	中庭
45	1.85507246	21.476	宿泊名無し
46	0.3902439	85.8587	宿泊名無し
47	0.66666667	16.5363	宿泊名無し
48	0.34782609	22.7837	宿泊名無し
49	0.33507853	19.645	宿泊名無し
50	0.40506329	15.435	宿泊名無し



数値データ

NO.1	D(mm)	H(mm)	H/D
1	1160	3461	3.415468
2	1440	3462	3.151259
3	1860	3463	3.151259
4	1820	2600	3.03222
5	2000	2600	2.888889
6	900	2600	2.67425
7	1247.5	3467	1.963554
8	1752.5	2608	1.860215
9	6407.5	3469	1.652095
10	1160	3470	1.624413
11	1270	3471	1.428571
12	2130	3472	1.3
13	1912.5	3473	0.664011
14	8160	1410	0.268462

NO.2	D(mm)	H(mm)	H/D
1	2500	2760	1.104
2	2640	2762	1.317455
3	1820	2763	1.788484
4	820	2764	4.717946
5	910	1225	1.346154
6	3500	2766	1.060571
7	3500	2767	0.788571
8	800	2100	2.625
9	1370	2100	1.532847
10	2730	450	0.499927

NO.3	D(mm)	H(mm)	H/D
1	7474	6478	0.866738
2	4774	2070	0.433599
3	750	2400	3.2
4	1600	2400	1.5
5	1650	2400	1.454545
6	1324	2400	1.812689
7	2500	2400	0.96
8	1750	2400	1.371429
9	7200	6478	0.899722
10	1800	2400	1.333333
11	2700	6629	2.455185
12	4500	6532	1.451556
13	1800	6629	3.682778
14	1800	6455	3.586111
15	3326	2400	0.721587
16	2600	2400	0.923077
17	860	2400	2.790698
18	2750	2400	0.872727
19	3326	2400	0.721587
20	1800	6455	3.586111
21	4774	2200	0.460829
22	1850	2200	1.189189
23	4774	2200	0.460829
24	3226	2200	0.681959
25	1800	2200	1.222222
26	3800	3989	1.049737
27	900	2200	2.444444
28	5750	3651	0.634957

NO.4	D(mm)	H(mm)	H/D
1	7105	6950	0.978184
2	1530	6950	4.542484
3	1190	6950	5.840336
4	1690	6950	4.112426
5	780	2852	3.65641
6	1380	2852	2.066667
7	2730	5329	1.952015
9	3185	5329	1.673155
10	910	2476	2.720879
11	910	2476	2.720879
12	1770	2476	1.39887
13	2550	2476	0.97098
14	4095	2476	0.60464
15	4095	5329	1.301343
17	1690	3550	2.100592
18	1530	3550	2.320261
19	4095	2275	0.555556
20	2072	2275	1.097973

NO.5	D(mm)	H(mm)	H/D
1	2590	4929	1.903089
2	1340	4056.7	3.02738
3	2240	4929	2.200446
4	910	4015.2	4.412284
5	2190	2400	1.09589
6	1090	2400	2.201835
7	1320	2400	1.818182
8	6400	2400	0.375
10	1900	2400	1.263158

NO.6	D(mm)	H(mm)	H/D
1	1950	3876.4	1.987872
2	860	3230	3.755791
3	790	2300	2.911392
4	1950	5759.1	2.953359
5	860	5084.3	5.912023
6	860	2400	2.790698
7	840	2500	2.97619
8	3072	5731	1.86556
9	2122	4428	2.086711
10	3850	2500	0.649351
11	1820	5678.6	3.120099
12	7620	2811	0.368898
13	1820	3799.3	2.087505
14	3850	2300	0.597403
15	1950	2720	1.394872

NO.7	D(mm)	H(mm)	H/D
1	2187.28	5630	2.573974
2	4930.8	4983.3	1.01065
3	2729.63	5315	1.947147
4	2110.14	4485.3	2.125591
5	6940	5567.3	0.802205

NO.8	D(mm)	H(mm)	H/D
1	1000	4839	4.839
2	2536	3500	1.380126
3	3640	5619	1.543681
4	760	4949.7	6.512808
5	1200	5085.4	4.237825
6	1860	4258.3	2.289388
7	1700	4260.3	2.506085
8	4020	2550	0.634328
9	3500	2250	0.642857
10	1030	5000	4.854369
11	1670	2492.5	1.492515
12	760	6000	7.894737
13	1680	4466.5	2.658652
14	750	4595	6.126667
15	1170	4166.6	3.561214
16	1685	5350	3.175074

NO.9	D(mm)	H(mm)	H/D
1	3105	4692	1.511111
2	900	6347	7.052222
3	6600	3119	0.472576
4	1300	3119	2.399231
5	6600	2035	0.308333
6	1300	3141	2.416154

NO.10	D(mm)	H(mm)	H/D
1	11432	6500	0.568579
2	3837	5794	1.510034
3	5040	3000	0.595238
4	3360	3000	0.892857
5	910	3000	3.296703
6	1820	3000	1.648352
7	5040	2794	0.554365

NO.13	D(mm)	H(mm)	H/D
1	2150	2150	1
2	1650	2150	1.30303
3	1950	2150	1.102564
4	3700	2150	0.581081
5	3150	2150	0.68254
6	3700	2150	0.581081
7	3350	2150	0.641791
8	2200	2150	0.977273
9	1950	2150	1.102564
10	2550	2150	0.843137
11	3550	2150	0.605634
12	3300	2150	0.651515
13	1900	2150	1.131579
14	4500	2400	0.533333
15	8000	2150	0.26875
16	5200	2150	0.413462
17	3400	2150	0.632353
18	1725	2450	1.42029
19	5975	2400	0.401674
20	8200	2400	0.292683
21	4800	2400	0.5
22	7200	2400	0.333333
23	9200	2400	0.26087
24	9600	2400	0.25
25	7900	2400	0.303797
26	1300	2400	1.846154
27	1225	2400	1.959184
28	9600	3200	0.333333
29	2200	6000	2.727273
30	4200	6000	1.428571
31	2900	6000	2.068966
32	1700	6000	3.529412
33	20700	6000	0.289855
34	20700	6000	0.289855
35	10100	6000	0.594059
36	15300	6000	0.392157
37	1100	3500	3.181818
38	11800	6000	0.508475
39	800	6000	7.5
40	3475	6000	1.726619
41	12000	6000	0.5
42	14800	6000	0.405405
43	4925	3500	0.71066
44	2100	5500	2.619048
45	1725	3200	1.855072
46	8200	3200	0.390244
47	4800	3200	0.666667
48	9200	3200	0.347826
49	9550	3200	0.335079
50	7900	3200	0.405063

NO.11	D(mm)	H(mm)	H/D
1	19000	7710	0.405789
2	12000	5470.8	0.455903
3	1950	2700	1.384615
4	7475	5875	0.785953
5	9075	7575	0.834711
6	1350	2610	1.933333
7	2225	2610	1.173034
8	2375	2610	1.098947
9	3650	2610	0.715068
10	3900	2610	0.669231
11	1700	2610	1.535294
12	3050	2610	0.855738
13	2450	4050	1.653061
14	2650	3000	1.132075
15	2550	4050	1.588235
16	3150	4050	1.285714
17	4200	3000	0.714286
18	3350	3000	0.895522
19	1600	3000	1.875
20	12100	4050	0.334711
21	3300	3000	0.909091
22	8750	4050	0.462857
23	2075	4050	1.951807
24	7475	8933.3	1.195095
25	9075	8615	0.949311

NO.12	D(mm)	H(mm)	H/D
1	5450	4568	0.838165
2	3995	4834.5	1.210138
3	7388	4834.5	0.654372
4	1722	4281.8	2.486498
5	3880	4281.8	1.103544
6	2135	2415	1.131148
7	3100	5387.3	1.737823
8	2319	4281.8	1.846378
9	1000	2415	2.415
10	850	2415	2.841176
11	1000	2415	2.415
12	1500	2415	1.61
13	1722	2415	1.402439

		NO.1	NO.3	NO.5	NO.9	NO.6	NO.7	NO.10	NO.2		NO.12		NO.11	
αの周囲の合計		57120	52880	58240	43220	55856	38150	49760	31800		73388		105740	
αの各面の長さ	面１(東)	20320	12125	9120	8800	7620	12000	16500	6360		7588		45600	
	面２(西)	20320	12125	9120	8800	7620	12000	16500	6360		7588		45600	
	面３(南)	8160	14315	20000	12810	20308	11775	16630	12720		32900		30070	
	面４(北)	8320	14315	20000	12810	20308	14375	16630	12720		32900		30070	
αの開口幅(合計)		28738	12525	10330	43220	9802.5	12330	38050	22112.5		31641.5		92375	
αの各面の開口幅	開口面（東）	7738	2505	900	8800	587.5	2250	9950	1360		7588		35000	
	開口面（西）	13600	3400	0	8800	0	9280	9950	3640		7588		29600	
	開口面（南）	3700	3220	4525	12810	5415	400	8900	8935		6528.5		11600	
	開口面（北）	3700	3400	4905	12810	3800	400	9250	8177.5		9937		16175	
各面の開口率	開口率（東）	0.380807	0.206598	0.098684	1	0.0771	0.1875	0.60303	0.213836		1		0.767544	
	開口率（西）	0.669291	0.280412	0	1	0	0.773333	0.60303	0.572327		1		0.649123	
	開口率（南）	0.453431	0.224939	0.22625	1	0.266644	0.03397	0.535177	0.702437		0.198435		0.385767	
	開口率（北）	0.444712	0.237513	0.24525	1	0.187118	0.027826	0.556224	0.642885		0.302036		0.537912	
開口率		0.503116	0.236857	0.17737	1	0.175496	0.323198	0.76467	0.695362		0.431154		0.873605	
βの周囲の合計		19940	30965	38740	26400	37928	30400	35660	10000	21000	13968	23610	44200	79546
βの各面の長さ	面１(東)	5970	10935	6400	6600	3850	7600	5040	2500	3500	3250	5690	17500	17500
	面２(西)	5970	10935	6400	6600	3850	7600	5040	2500	3500	3250	5690	17500	17500
	面３(南)	4000	5000	12970	6600	15114	7600	12790	2500	7000	3734	6115	4600	22273
	面４(北)	4000	4095	12970	6600	15114	7600	12790	2500	7000	3734	6115	4600	22273
αの開口幅(合計)		8438.5	13545	38740	7200	12682	6000	21330	2980	7437.5	915	3295.5	11400	32050
βの各面の開口幅	開口面（東）	1600	6300	6400	0	1132	2000	5040	0	0	420	0	7700	1750
	開口面（西）	1238.5	5545	6400	0	0	2000	1680	0	1750	495	413.5	2700	9600
	開口面（南）	1800	0	12970	600	6700	1000	11880	480	3500	0	1157	0	9300
	開口面（北）	3800	1700	12970	6600	4850	1000	2730	2500	2187.5	0	1725	1000	11400
各面の開口率	開口率（東）	0.268007	0.576132	1	0	0.294026	0.263158	1	0	0	0.129231	0	0.44	0.1
	開口率（西）	0.207454	0.507087	1	0	0	0.263158	0.333333	0	0.5	0.152308	0.072671	0.154286	0.548571
	開口率（南）	0.45	0	1	0.090909	0.443298	0.131579	0.928851	0.192	0.5	0	0.189207	0	0.417546
	開口率（北）	0.95	0.41514	1	1	0.320895	0.131579	0.213448	1	0.3125	0	0.282093	0.217391	0.51183
開口率		0.423195	0.437429	1	0.272727	0.33437	0.197368	0.598149	0.298	0.354167	0.065507	0.139581	0.257919	0.402912

NO.3			NO.8				NO.13					
52200			33600				196650					
30600			14400				20700					
30600			14400				20700					
10800			9600				87975					
10800			9600				87975					
30925			14737.5				86250					
6025			0				6900					
13650			4922.5				6900					
10800			6600				41400					
450			3215				31050					
0.196895			0				0.333333					
0.446078			0.34184				0.333333					
1			0.6875				0.470588					
0.041667			0.334896				0.352941					
0.592433			0.438616				0.438596					
34200	31420	22420	13280	17550	17100	13500	59100	80100	27400	56260	42000	17300
12600	12600	8100	3770	4175	4950	4950	7550	7550	3600	4500	8000	5200
12600	12600	8100	3770	4175	4950	4950	7550	7550	3600	4500	8000	5200
4500	3110	3110	2870	4600	3600	1800	22000	32500	10100	23630	13000	3450
4500	3110	3110	2870	4600	3600	1800	22000	32500	10100	23630	13000	3450
14790	9725	5300	3835	4300	2837.5	600	15225	22275	4300	4465	31100	1862.5
7240	3425	2600	740	1200	620	0	800	425	0	1450	8000	700
4300	4800	2700	2360	950	847.5	600	425	425	400	0	8000	762.5
3250	900	0	735	1200	575	0	1700	18450	900	1815	13000	0
0	600	0	0	950	795	0	12300	2975	3000	1200	2100	400
0.574603	0.271825	0.320988	0.196286	0.287425	0.125253	0	0.10596	0.056291	0	0.322222	1	0.134615
0.34127	0.380952	0.333333	0.625995	0.227545	0.171212	0.121212	0.056291	0.056291	0.111111	0	1	0.146635
0.722222	0.289389	0	0.256098	0.26087	0.159722	0	0.077273	0.567692	0.089109	0.076809	1	0
0	0.192926	0	0	0.206522	0.220833	0	0.559091	0.091538	0.29703	0.050783	0.161538	0.115942
0.432456	0.309516	0.236396	0.28878	0.245014	0.165936	0.044444	0.257614	0.27809	0.156934	0.079364	0.740476	0.107659

NO.1
1700
1700
1700
1554
6654
19940
0.333701

NO.2
1920
20000
0.096
7000
1750
7000
7000
22750
42000
0.541667

NO.3
34200
10880
3760
6500
8690
29830
68400
0.436111
9600
1800
2400
5700
19500
62840
0.310312
5400
44840
0.120428
1670
68400
0.024415
1400
62840
0.022279

NO.4
3120
6370
3040
1700
4745
3080
4705
26760
69160
0.386929
6420
4650
11070
69160
0.160064

NO.5
1500
1500
1600
3400
3400
3400
1580
1500
2500
2500
2500
1590
3400
3400
2490
3400
2490
2490
44640
77480
0.576149

NO.6
2264
2200
1600
1520
1580
2232
1932
1892
1922
1900
1860
1890
1560
1590
1550
27492
75856
0.362424

NO.7
4000
4000
2000
2000
4000
3000
3000
3000
3000
2000
30000
60800
0.493421

NO.8
4440
26560
0.167169
2400
3800
3800
3800
3100
3100
20000
35100
0.569801
1590
34200
0.046491
2400
27000
0.088889

NO.9
2400
52800
0.045455

NO.10
3640
71320
0.051038

NO.11
44200
10800
2000
12800
21600
0.144796
3500
2000
3700
3600
12800
159092
0.080457

NO.12
13968
1680
1980
3660
7320
27936
0.262027
23610
2314
1654
1654
1654
7276
47220
0.154087

NO.13	
59100	59100
3200	1600
10200	10200
13400	11800
0	0
0.113367	0.099831
15300	15300
160200	160200
0.095506	0.095506
1600	1800
1800	54800
6000	0.032847
9400	
54800	1400
0.171533	3050
	1400
3200	1600
1600	2225
2000	1400
2000	1500
3260	2225
3200	2325
2400	1500
2600	18625
1800	34600
22060	0.538295
112520	
0.196054	
4400	
3500	
3500	
850	
3950	
3500	
3950	
23650	
84000	
0.281548	

各出入り口の幅
出入り口の幅の組み合わせの合計値
βの周縁の2倍の長さ
各入れ子の流動度

数値データ（流動度）