

オープンイノベーション
～近未来の建築空間・建設現場のイノベーションデザイン～

報告書

2018 年 2 月

京都大学工学研究科 D2 大倉 裕貴

京都大学情報学研究科 D2 岸本 裕大

京都大学情報学研究科 D3 堀 友彌

京都大学デザイン学ユニット 特定准教授 十河 卓司

目次

1：経緯.....	3
1.1：目的	3
1.2：実施概要	3
1.3：参加者.....	4
2：オープンイノベーションの成果	5
2.1：学生委員会の成果	5
2.1.1：実施概要	5
2.1.2：プログラムの流れ.....	5
2.1.3：成果.....	6
2.2：専門委員会の成果	17
2.2.1：プログラムの流れ.....	17
2.2.2：成果.....	17
3：まとめ	22
付録1：学生委員会の記録.....	23
付録1-A：全体のタイムスケジュール.....	23
付録1-B：各時間の実施内容について.....	23
付録2：専門委員会の記録.....	30
付録2-A：概要	30
付録2-B：先生方の専門分野紹介	30
付録2-C：ディスカッションの記録.....	32

別巻

付録3：オープンイノベーションのプロセス設計

- 1：学生委員会のねらい
 - 1.1：プログラムのねらい
 - 1.2：プログラムの比較
 - 1.3：比較・考察
- 2：専門委員会のねらい
 - 2.1：プログラムのねらい
 - 2.2：考察

付録4：打ち合わせ・見学などのその他の記録

- 1：現場見学
 - 1.1：見学概要
 - 1.2：見学内容
- 2：実行委員による打ち合わせ

1：経緯

1.1：目的

近年の建築空間においては、エネルギー問題、空き家問題、少子高齢化問題などを背景として、省エネ化・建物ストックの活用・少子高齢化社会への対応等の社会的ニーズが高まるとともに、健康増進などの新しいニーズも生まれてきており、ユーザーにとって付加価値の高い建築物が求められている。また、建設現場においては、建設作業員の不足が問題となっており、働く若者にとっての魅力向上や、建設工事における生産性向上が求められている。

このような建設業における様々なニーズに応えるため、本オープンイノベーション（OI）では、これまでの建築の枠にとらわれず、さまざまな専門分野の技術や知見を活用し、新しい建築空間、あるいは建築現場のアイデアを検討する（IoT・AIを始めとするさまざまな分野の技術のほか、例えば心理的手法に基づく検討を組み合わせてもよい）対象とする建築物は、オフィスビル・住宅・学校・病院・工場・公園などの一般的な建築物のほか、海外における熱帯・砂漠・極寒地域・宇宙等における建築物を含めてよい。

1.2：実施概要

本オープンイノベーションでは、建築現場における新しいアイデアにフォーカスを当て、学生の柔軟な発想を生かしてアイデアを探索する学生委員会と、専門家の深い知見を生かしてアイデアを探索する専門委員会を開催した。

□ 学生委員会 7月22日 10時～17時

京都大学の大学院生・学部生7名と竹中工務店3名の計10名で、参加者を2グループに分け、グループワークや個人ワークを通じて、様々なアイデアの発想を行い、最終的に1人1つのアイデアを成果物としてまとめた。

□ 専門委員会 8月21日 15時～18時

ヒューマン・マシン・システムに関する専門家である榎木教授（工学研究科）、橋のライフサイクルに関する専門家である杉浦教授（工学研究科）、いろいろな社会の中での建築の在り方に関する専門家である金多准教授（工学研究科）の3名と、竹中工務店4名の計7名によるディスカッションを行った。前半では最初に3名の専門家からそれぞれの研究内容についてご紹介いただき、議論を行った。後半では、学生委員会で出たアイデアを紹介した上で、更なる議論を行った。

1.3：参加者

今回のオープンイノベーションの参加者を表 1 に示す。

表 1 オープンイノベーション参加者一覧

課題提供者	
畑中 哲夫	株式会社竹中工務店 大阪本部 設計部
粕谷 文	株式会社竹中工務店 大阪本部 設計部
高井 勇志	株式会社竹中工務店 技術研究所
松岡 康友	株式会社竹中工務店 技術研究所
実行委員	
大倉 裕貴	京都大学大学院工学研究科
岸本 裕大	京都大学大学院情報学研究科
堀 友彌	京都大学大学院情報学研究科
十河 卓司	京都大学デザイン学ユニット 特定准教授
専門委員	
榎木 哲夫	京都大学大学院工学研究科 教授
杉浦 邦征	京都大学大学院地球環境学堂 教授
金多 隆	京都大学大学院工学研究科 准教授
学生委員	
	京都大学デザイン学大学院連携プログラム履修者 2 名
	情報学研究科 (D3)
	工学研究科 (D2)
	京都大学大学院情報学研究科 (M2) 1 名
	京都大学大学院情報学研究科 (M1) 1 名
	京都大学経営管理大学院 (M2) 1 名
	京都大学大学院工学研究科 (M1) 1 名
	京都大学工学部 (B4) 1 名

2：オープンイノベーションの成果

2.1：学生委員会の成果

京都大学の大学院生・学部生、竹中工務店の社員から構成される学生委員会(以降、学生 WS)を 2017 年 7 月 22 日に開催した。本節では、学生委員会のプログラム内容と成果物について述べる。

2.1.1：実施概要

建築現場においては、建設作業員の不足などが問題となっており、働く若者にとっての魅力向上や、建設工事における生産性の向上が求められている。このような建設業における様々なニーズに応えるため、学生委員会では、これまでの建築の枠にとらわれず、さまざまな専門分野の技術や知見を活用し、新しい建築現場のアイデアを検討する

2.1.2：プログラムの流れ

当日のプログラムの内容を表 2 に示す。プログラムの詳細については付録 1 を参照すること。

表 2 学生 WS のプログラム

	テーマ	内容
9:45-10:05	参加者集合	諸手続き
10:05-10:20	チェックイン	ワークショップの開催趣旨説明 自己紹介
10:20-10:35	アイスブレーキング	
10:35-11:15	イントロダクション	竹中工務店 粕谷様による OI テーマ説明
11:15-11:35	現場バーチャルツアー	工事現場の写真を展示・紹介
11:35-12:20	アイデア出し	2 グループに別れ、テーマ毎にマインドマップを用いたアイデア出しを実施 実施テーマ：工期を 1/10 にするには 80 人の現場を 8 人で回すには？ パートの鉄筋工 親方はロボット
	昼食休憩	
13:20-13:45	アイデア抽出と共有	アイデアを他グループと共有
13:45-14:30	アイデア整理	個人ワークでアイデアをロジカルに整理してホワイトペーパーを作成 グループ内で共有
	休憩	
14:50-16:00	アプローチの整理	出てきたアイデアからアプローチを引き出す
16:00-16:10	アイデア出し	アプローチから具体的なアイデアを引き出す
16:10-16:30	スケッチ	アイデアを絵・キャプションで表現

16:30-16:50	成果発表	
16:50-17:00	クロージング	竹中工務店 畑中様による講評

2.1.3：成果

学生委員会において 10 個のアイデアが提案された。テーマ別に分類したアイデアを表 3 に示す。

表 3 学生委員会におけるアイデア

テーマ	アイデア
工期を 1/10 にするには	3D プリンターでの建設
	素材の機械化による可変性の実現
80 人の現場を 8 人で回すには？	空を飛び、柱に張り付き、巨人を駆逐できるアシュラマン
	地域を見守る仮囲いのデザイン
	簡易な工法で負担減
	おうち掘り出しもの
パートの鉄筋工	誰もが職人だ！！
親方はロボット	調整役は人間より AI だ
	AI 搭載親方パワードスーツ
	自己管理する部品からなる建築

アプローチ：建築方法に合わせて建物の形を決める



(2) 素材の機械化による可変性の実現

テーマ：工期を 1/10 にするには？

アプローチ：多様な機能を持つ素材、形状変化する素材、ビル丸ごとロボット



説明：

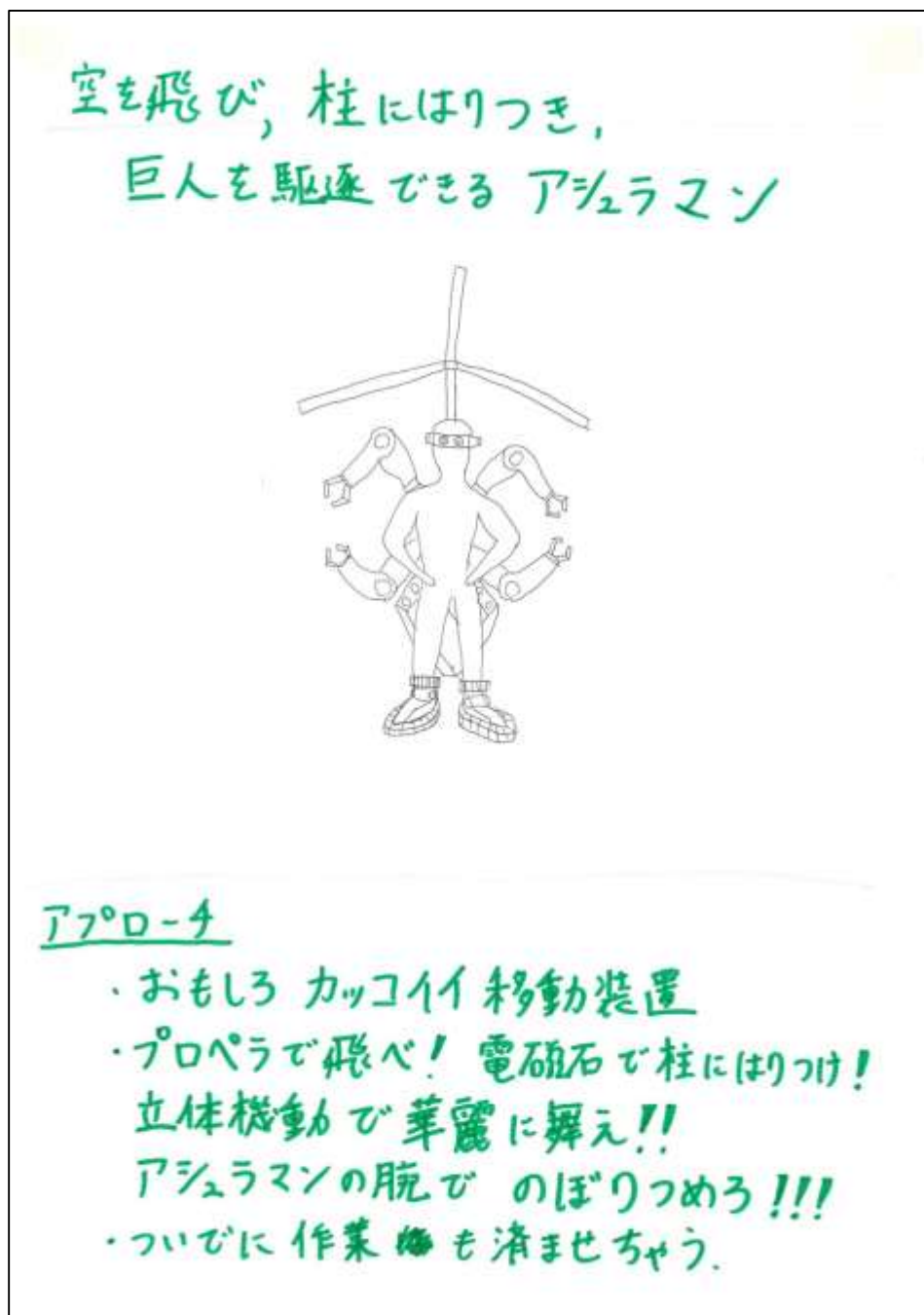
天候や災害に応じて、建物の形状・機能が変化する素材を建材として使用する。

機能変化については、コンピュータ制御で実現する。

(3) 空を飛び、柱に張り付き、巨人を駆逐できるアシュラマン

テーマ：80 人の現場を 8 人で回すには？

アプローチ：テクノロジーで数人分の作業を 1 人で実施



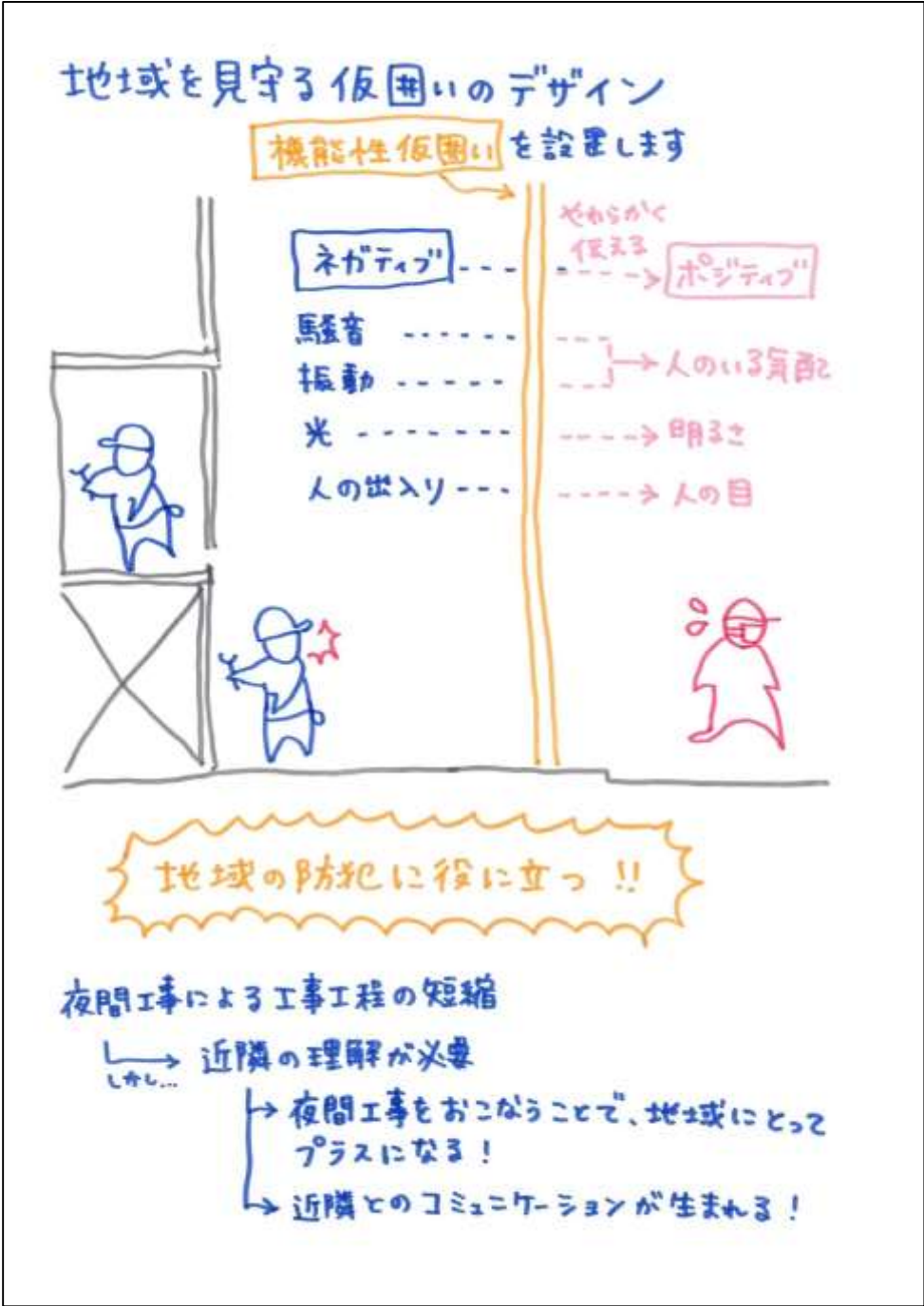
説明：

ロボットアーム・プロペラ等、様々な機械を搭載した機械。空中飛行・壁移動を実現すると同時に 360 度カメラ等を利用して周囲の状況を記録・中継する。また、中継された映像を基にロボットアームを遠隔操作し、1 人で数人分の作業をすることを可能にする。

(4) 地域を見守る仮囲いのデザイン

テーマ：80 人の現場を 8 人で回すには？

アプローチ：24 時間作業の実現、近隣住民にもメリットがある



説明：

夜間工事を実施できれば、工期を短縮することが可能であるが、実施するには近隣住民の理解が必要となる。そこで、工事現場から発生する騒音等を外部に柔らかに伝えることができる仮囲いを設置する。この仮囲いを通して出される人の気配や明かりは地域の防犯に役に立つと考えられる。

(5) 簡易な工法で負担減

テーマ：80 人の現場を 8 人で回すには？

アプローチ：簡易な工法、現地住民の参加



説明：

鉄筋を用いず、空気を送り込んで建築物を膨張させる建築手法。この手法なら空気を送り込むだけで建築できるため、現地住民など様々な人が就業可能であると同時に、作業者の負担を減らすことが可能となる。

(6) おうちは掘り出しもの

テーマ：80 人の現場を 8 人で回すには？

アプローチ：トップダウン工法、土地の特性を活かした建築方法



説明：

現地に建材を持ち込むのではなく、現地にある素材のみを利用して建築する手法。具体的な建築物としては、大木をくり抜く、地面や山を掘る、といった自然と一体化した建築が挙げられる。

(6) 誰もが職人だ！！

テーマ：パートの鉄筋工

アプローチ：パート・分業をすることで敷居を下げる、「みんながやりたい！」という仕事に、
職人の道はパートから



説明：

分業化・パートタイム労働を採用することで建築現場の敷居を下げ、建設業就職者を増やすアイデア。具体的には、「現場を歩いて写真をとる」といった誰でも可能な内容から、「様々な工事業種に従事する」といった専門的内容まで分業する。この際、労働時間と収入を透明化することで明朗会計を目指す。また、建設業に興味を持った人に対しては、OJTなどを通じて、職人レベルまで育成するプログラムも用意することで、建設業の奥深さを体感できるようにしている。

(8) 調整役は人間より AI だ

テーマ：親方はロボット

アプローチ：指導役の IT 化、ビッグデータ活用



説明：

世界中の建設現場の情報を収集・解析を行い、建設業全般のノウハウを学習する AI。作業員が装着しているデバイスを通じて AI が具体的な指導を行うため、自分のスキルを磨くだけでなく、他業種のスキルも習得することが可能となる。

(9) AI搭載親方パワードスーツ

テーマ：親方はロボット

アプローチ：中間管理職のIT化、「強制指導スーツ」



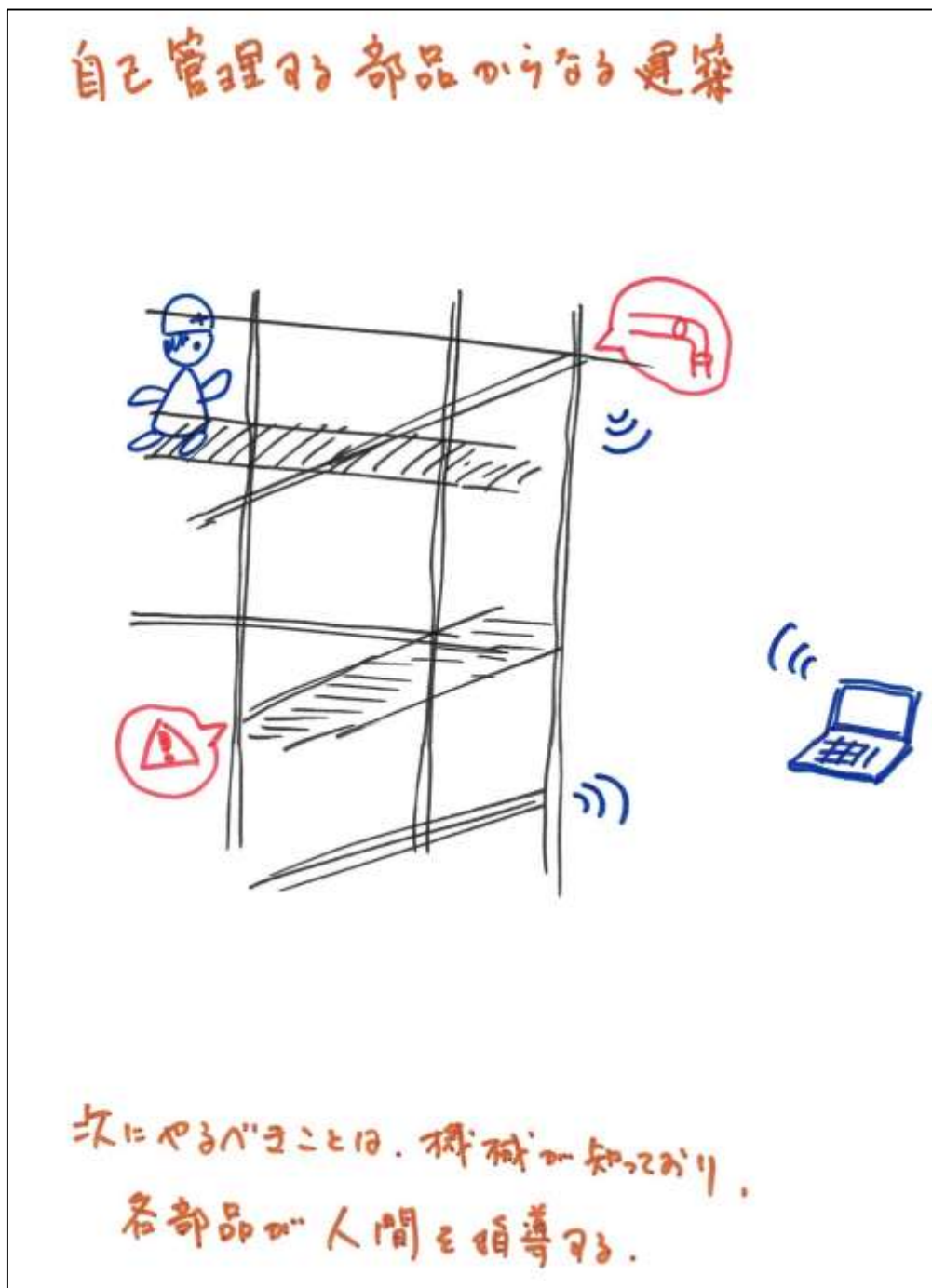
説明：

熟練工の動作を再現するパワードスーツ。このパワードスーツが強制的に動くことにより、装着者は熟練工の動きを“体で覚える”ことが可能となり、技術の早期習得が期待される。また、このパワードスーツから装着者や複雑な工程のデータを収集できれば、パーソナライズ、作業最適化も可能となる。

(10) 自己管理する部品からなる建築

テーマ：親方はロボット

アプローチ：次にやるべきことはパーツが知っている



説明：

各建材に作業工程や注意喚起といったマニュアルが保存されており、現場作業員は、建材の指示に従い作業を行う。

2.2：専門委員会の成果

工学分野の専門家である京都大学の先生方をお迎えして議論を行う専門委員会を2017年8月21日に実施した。本節ではその実施内容について述べる。

2.2.1：プログラムの流れ

当日のプログラムの内容を表4に示す。

表4 専門家委員会のプログラム

	テーマ	内容
15:00-15:15	概要説明	竹中工務店 粕谷様による OI のテーマ説明
15:15-16:30	先生による専門の紹介	先生方のご専門の紹介 杉浦先生：構造力学（土木、橋） 金多先生：建築社会システム工学 榎木先生：人間機械系
16:30-16:35	休憩	
16:35-16:40	学生 WS の内容の紹介	学生委員会の概要と得られたアウトプットの説明
16:40-17:50	ディスカッション	

2.2.2：成果

以下に専門委員会での議論で出てきた内容をまとめる。専門委員会の全体のディスカッションの記録は付録2を参照いただきたい。現状の問題点、解決のアイデアの方向性、その他のコメントの3つに分類して、以下に示す。

【現状での問題点】

● ロボットの導入コストの課題

20年ぐらい前からコンクリートのならし作業など、様々な工程の自動化を目指す試みは行われていたが、職人よりも導入コストが高いという問題が発生し、廃れたという現実があった。しかし近年では、職人のコストが上がってきていることもあり、リバイバルしようという動きがある。

● ロボットの可搬性・可動性

建築現場は工場のようなロボットに最適化された環境ではなく、日によって現場の様子が変化する環境である。そのため、ロボットの可搬性・可動性が担保できず、自動化をそのまま現場に持ち込むことが困難となる。

● 運搬・流通の課題

現場での作業工程を短縮しようとする、より長いもの・大きいものを現場に運搬すれば簡単に解決できるのだが、大きすぎると現場に持ってこられないというジレンマが存在する。運搬や流通も考慮する必要がある。

- 工程間の作業時間のギャップ

躯体工事だけがスピードアップしても、外装のサッシュ工事やユニットバス工事といった設備工事が付いていけないので、全体最適にはならない。

- 人間による多重チェック

建築物はほぼパターンは同じであっても、細部では微妙に異なっている。そのためちょっとずつ違うものを人の目で多重チェックするという効率的に良くない状況が起こっている。また、チェックの部分を機械に任せたとしても、人間の目にとって買われるほどの信頼ある結果を出し切れていないという現状が存在する。

- 責任の問題

点検の過程をいかに機械化できたとしても、「何かが起こった際には誰が責任を取るんですか」と言われてしまい、一向に普及しないという問題について議論した。議論の結果、人間の目に代わるような形での信頼のある結果を機械が出し切れていないというのが現状だからではないか、などといった意見が出た。また、目視の技能継承が課題として残っているなどの意見も挙がった。

- 作業現場での混雑

超高層建築物の現場は朝と昼に仮設エレベータの交通ラッシュが起こる。具体例として、1000人ぐらいの職人がエレベータで上の階に上がっていくといった状況について説明があった。

- 狭い作業スペース

現場に必要な資材・いろいろな職人が一堂に会するため、作業スペースが狭いという問題がある。資材等をどけ、空いたスペースに人を入れて作業するといった解決方法が取られているが、非常にダイナミカルに状況が変わるので、指定位置に資材が置かれていないなどの別の問題が連鎖的に発生している。

【解決のアイディアの方向性】

- 作業工程を人間と機械で分担する

車のフロントガラスの装着では片一方はロボットに持たせて、片一方は人間が担いで、最終的な位置合わせをうまくやる方法が存在している。そこで、重量の揚重とか保持に機械を用い、品質の確保や精度確保を人間の目で行うといった、合番的な作業で用いることができるのではないかという議論があった。適用例として接合の半自動化などが挙げられた。

- 人間の作業を機械がアシストする

人間がやっている全ての作業を機械に置き換えることは無理だと考えられるが、現場合合わせなど人間の計測や判断が必要となる場面でより早く判断を下せるように、機械が人間に様々な情報を提供すれば作業効率が上がるのではないかという議論があった。

- 作業と検査との一体化

IoT によってレンチにかかったトルクを発信していて、どれくらいで締められたかを全部作業管理できるようになっている話があがり、製作工程に検査工程を重ねることが可能ではないかという議論があった。

- 画像処理による検査の自動化

検査の際、現場で撮影した 3 次元情報（ビデオ）に対して画像処理を行うことで、鉄筋や柱の配置を容易にチェックすることができるのではないかという議論があった。

- 生産性を上げるために簡易な工法にする：建築・土木の観点から

プレキャストによるセグメント化で、現場での組み立てを早める例が挙げられた。建設現場でも柱や梁のプレキャスト化が以前より進んでいるが、別問題として、ほかの工事（設備工事など）との作業時間に差が発生して建物全体として作業スピードが上がらない、といった問題が挙げられた。

- 生産性を上げるために簡易な工法にする：機械の観点から

従来では人が行っていたセル生産による機械の組み立て作業を、自動制御によって動くロボットを用いて行う手法を建築現場に適用できないかというアイデアが挙げられた。機械分野における既存の例として、セル生産ロボットによる多品種変量生産がある。建設現場への適用例としてマンションの住戸内の組み立てが挙げられた。マンションの現場は一部屋毎に、最終的に付いてくるものは大体決まっているので、スラブを PC で造り、その上にそのマンションの室内で使う材料を全部設置した状態で、現場に設置したロボットが積み上げていくといった方法などが議論された。

- 建築方法に合わせて建物の形を決める

大きいコンテナ風のユニットを工場で製造し、建設現場で手早く組み上げる手法について議論した。実際に行われている事例として、海外の高級ホテル建設が紹介された。現場作業が短くなる、工場の中で製造するので雨などの悪環境に影響されにくいなどの利点と、輸送面の問題、安く製造できないなどの欠点がある。

- ベテランの経験を活用する

高齢のベテランは、体力的には衰えても、頭の中に深い経験と知恵が存在する。その知恵と経験をいかに最大限活用するかが議論に上がった。具体例として、監視センターに駐在しているベテラン技術者が、監視センターに集約された空調機のデータから故障予兆の診断を行い、故障の予兆があれば、直ちにサービスマンを派遣し、修理するという取り組みが挙げられた。

- 遠隔で BIM を用いた状況管理

現場を所長さんが監視する時に、BIM を用いて遠隔で状況を管理するなどのアイデアが議論された。このアイデアが実現できれば移動時間が抑えられ、効率化、省力化が図れる。しかし、ベテランの所長が現場を巡回することで普通だと気づかないことが見えてくることも有るため、熟練者

が持つコツやノウハウの継承・明示化なども必要である。

- 作業工程のデータ化・最適化

全ての職人に GPS を付けさせ、職人の動きや作業工程をデータとして収集したらどうかというアイデアが議論された。また、収集したデータを作業の効率化・最適化に活用できないかについても議論された。

- 報告書の自動化

建築現場において、目視作業もさることながら、目視したものを報告書にする作業に大きく時間が取られる点が挙げられた。報告書生成の自動化、効率化ができないかというニーズは存在しており、ICT 技術などによる解決が望まれる。

【その他のコメントなど】

- 建設のコストについて

現場でどれだけ工期が長くなるかが一番コストにかかってくる。工期が短縮できるような解決策を実施した場合、コスト面でメリットが大きい。

- 建設物という注文品

建設物の場合は、カタログを見て買っていただいた後に、カタログ通りのものを造っていくので、通常の製品とプロセスが違う。建設物は注文品である。同じ仕様よりも自由度が高いほうが顧客は付く。ただし、災害復興住宅など特殊な状況で大量に供給しないとイケない場合は、同じ仕様の方が良いこともある。

- 技能伝承

熟練工のコツを継承する際、熟練工自身が「言語表現ができない」ことが多く明文化する難しさが存在する。そのため、現場で仕事をしながらではないと技能伝承は難しいのではないか、という議論があった。

- 技能変化

ロボットを導入して自動化したとしても、そのロボットに対してうまくティーチングできるかなど、今までとは別の熟練技が必要となってきている。

- 建築現場の特殊性

建築現場は、現場ごとに作業内容が少しずつ異なるため、繰り返しが少ない。また多重下請け構造になっているため、実際に作業に携わる人も頻繁に変更される。

- システム工学的アプローチ：人間機械系の観点から

人間機械でやるときは、作業がどういう成り立ちでどういう工程なのかということを全て図示化し、どの段階で感覚的な判断が入るのか、どういう情報を入手しながらどこでロジカルに判断しているのか、逆にどういう作用、アクチュエーションを機械がやっているかを洗い出している。

3：まとめ

本オープンイノベーションでは、学生委員会と専門委員会を開催して新しい建築現場についてのアイデアを発想、議論した。

学生委員会では、参加者 10 名により設定した 4 つのテーマについてマインドマップとホワイトペーパーを用いた発想法によりアイデアの創出を行なった。その結果、3D プリンターや新素材を利用した新たな建築方法、AI やパワードーツ技術を用いた作業補助、建築現場周辺への配慮や職人の担い手の多様化など新たな建築現場環境についてのアイデアが導き出された。

専門委員会では学生委員会の成果物をもとに、構造力学や建築、人間機械系の専門家による議論が行われた。解決のアイデアの方向性として、車などの生産工場に利用されているロボットや IoT 技術の建築現場への適応や、各分野の観点から工法の簡易化による生産性の向上について議論が行われた。また、ベテラン作業員の経験・知恵の活用、作業員の作業やその工程のデータ化、報告書の自動化などによる建築作業の効率化についての実現可能性も論点に置かれた。その上で、作業資材の運送や流通、各建築工程間での作業時間のギャップ、責任問題の扱い、限られた作業スペースなどが建築現場の現状課題として議題に上がった。議論の中では、工期が接コストに結びつく点、顧客からの注文を受けた後に建築内容の詳細が決定される点など、建設業に付随する独特な事項についても指摘があった。

本オープンイノベーションにおいて、特に学生委員会で生み出されたアイデアは、現在の建築現場における問題の解決策を創出する第 1 ステップとして生み出されたもので、その実現可能性は深く議論していない。今後、アイデアそのものが持っている特徴や問題解決の方向性を活かしながら、どのようにすれば実現できるのかという“how”の議論を深めることによって、建築現場における問題解決の可能性がこれまで以上に広がっていくだろうと考えている。

最後に本オープンイノベーションで得られたアイデアや議論が今後の建築現場をより良き方向に導く指針となることを期待する。

付録 1：学生委員会の記録

付録 1-A：全体のタイムスケジュール

本付録では実施された学生委員会の記録についてまとめる。プログラムの流れは 2.1.2 節の表 2 を参照のこと。

付録 1-B：各時間の実施内容について

9:45-10:05	参加者集合	諸手続き
------------	-------	------

今回のワークショップでは 1 チーム 5 名の 2 チーム（以降 A チーム、B チームと呼ぶ）の編成で実施した。また、各チームに 1 名ずつ、実施学生がファシリテーターとして付き、もう 1 名の実施学生は全体の進行の統括を行った。

10:05-10:20	チェックイン	ワークショップの開催趣旨説明 自己紹介
-------------	--------	------------------------

本ワークショップの開催趣旨説明と自己紹介を行った。また、本ワークショップでのお約束事についても説明した。

10:20-10:35	アイスブレーキング	
-------------	-----------	--

「体と頭を目覚めさせる」をテーマとして、2 つのアイスブレイクを行った。はじめに、全員で行う「拍手回し」を行った。その後各グループに分かれてもらい、「5 つのポーズ」を行ってもらい、両チームで、ポーズの達成の速さを競った。

10:35-11:15	イントロダクション	竹中工務店 粕谷様による OI のテーマ説明
-------------	-----------	------------------------

今回のテーマの課題提供者である粕谷様より、テーマの建設現場に関する情報提供をいただいた。

11:15-11:35	現場バーチャルツアー	工事現場の写真を展示・紹介
-------------	------------	---------------

モノクロ写真に収められた様々な現場の様子を参加者全員に見てもらい、現場バーチャルツアーを実施した。



図1 現場バーチャルツアーの様子

11:35-12:20	アイデア出し	2 グループに別れ、テーマ毎にマインドマップを用いたアイデア出しを実施 実施テーマ：工期を 1/10 にするには？ 80 人の現場を 8 人で回すには？ パートの鉄筋工 親方はロボット
13:20-13:45	アイデア抽出と共有	アイデアを他グループと共有

<グループ A>

グループ A では「工期を 1/10 にするには」、「親方はロボット」の 2 つのテーマについてアイディエーションを行った。グループメンバーはホワイトボードに張り出された模造紙の前でアイデアを練り、テーマから枝葉を伸ばすようにアイデアを模造紙に書き込んでマインドマップを作成した。竹中工務店より 1 人参加していただき、アイディエーションとともに参加学生へ建設業についての知識などの補足を行っていただいた。（例：コンクリートは乾くのではなく化学反応により固まる）



図2 アイデア出しの光景

「工期を 1/10 にするには」では「作業工程を減らすや工程・建築物の簡略化」などの作業量を減らすアイデア、「作業時間や作業員数を 10 倍にする」などの作業量や人員を増やすアイデア、「建設作業へ新素材の使用」などのアイデアが出た。さらに以後の議論には持ち越されなかったが、「ミスが減らす、ミスに寛大になる」、「予定工期を長めに見積もる」などもよく議論されていた。また、「親方はロボット」では、現場で親方とされる作業員の役割をロボットや AI に置き換えた場合のアイデアが多く議論され、「ウェアラブルな親方」、「複数の現場をネットワークを介して管理する親方」、「パワードスーツのように着込んで作業を補助・教育する親方」などのアイデアが出た。

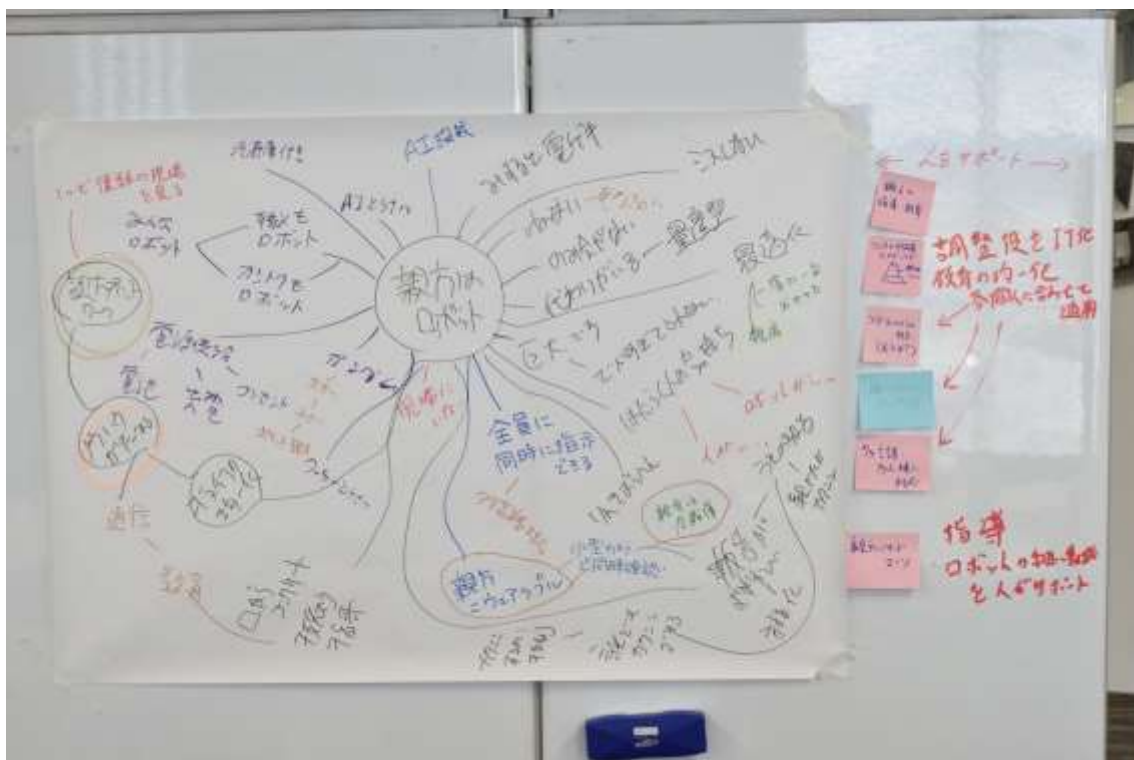
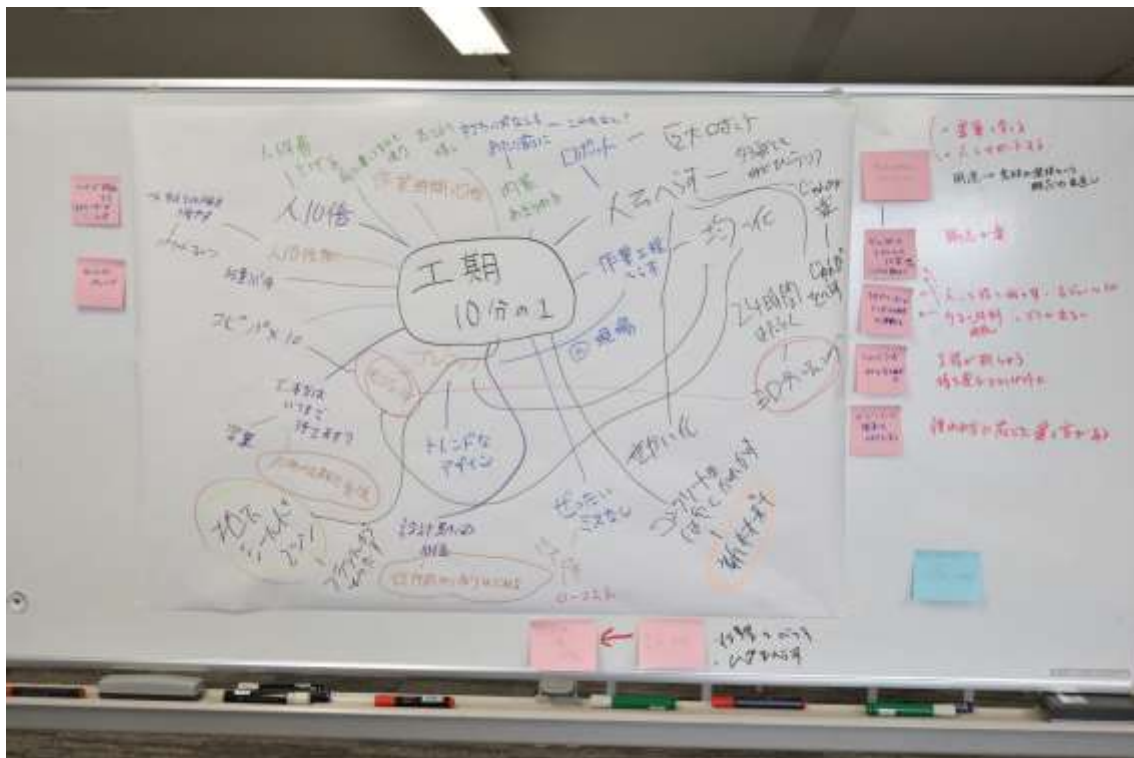


図3 グループAが作成したマインドマップ
(上段：工期を1/10にするには？ 下段：親方はロボット)

<グループ B>

グループ B では「80 人の現場を 8 人で回すには?」、「パートの鉄筋工」の 2 つのテーマについてアイディエーションを行った。「80 人の現場を 8 人で回すには?」の方では、スーパーマンを雇う、パートでカバーする、24 時間作業を実施する、工期を伸ばす、簡単な建造物にする、ロボットアームを使う、などのアイデアが出てきた。また「パートの鉄筋工」では、AR ガイドの活用、新材料の利用、鉄筋をやめる、資格が必要がない、健康に良い、現場を楽しくする方法、といった内容をディスカッションした。

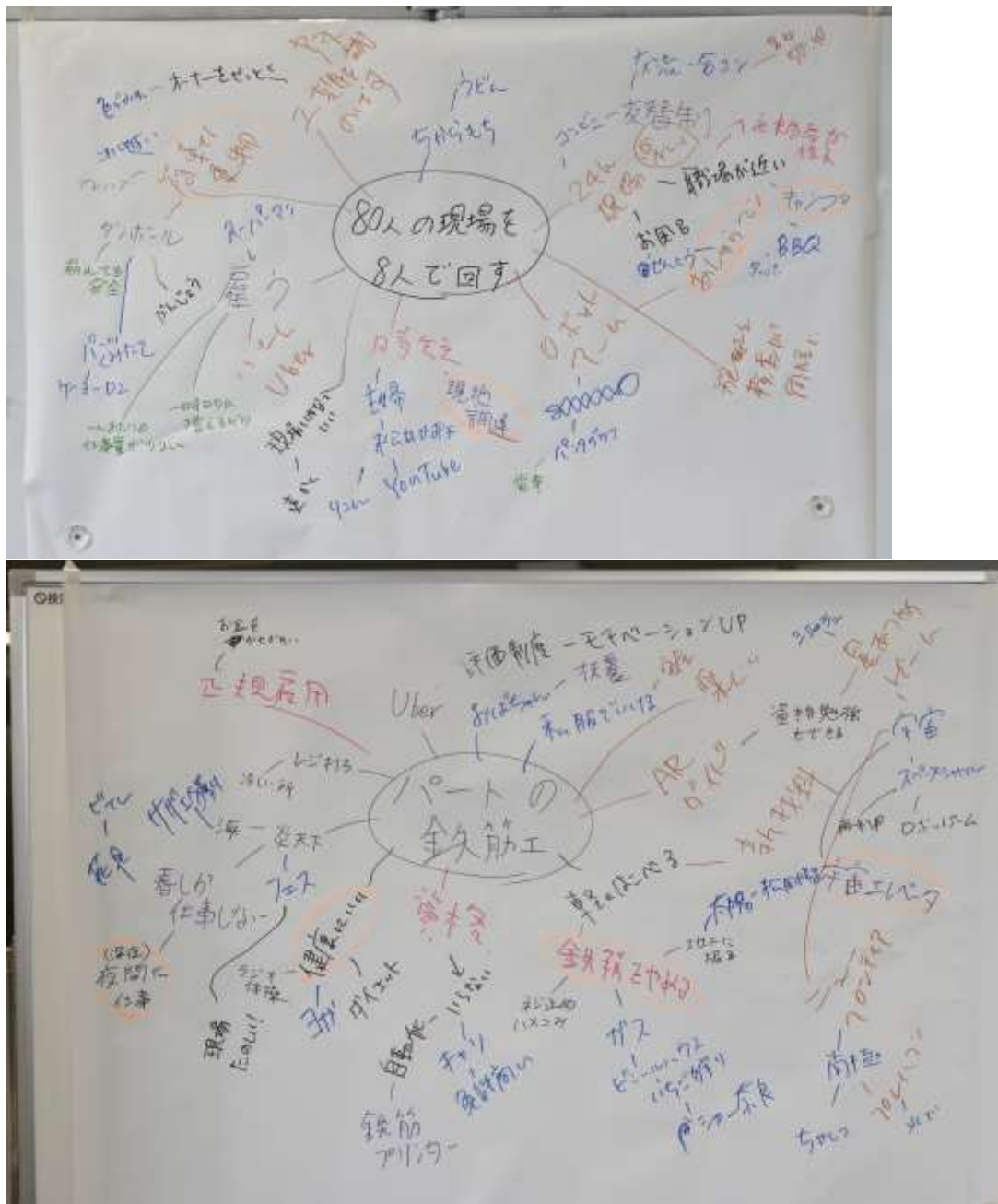


図4 グループ B が作成したマインドマップ

(上段: 80 人の現場を 8 人で回すには? 下段: パートの鉄筋工)

その後、グループ B では「80 人の現場を 8 人で回すには?」から簡単な建物、現地調達、あしゅらマン、作業現場でキャンプの 4 つのアイデアを、「パートの鉄筋工」から深夜作業、健康に良い、鉄筋をやめ

る、宇宙エレベータの4つのアイデアを抽出した。

13:45-14:30	アイデア整理	個人ワークでアイデアをロジカルに整理 グループ内で共有
-------------	--------	--------------------------------

<グループ A>

マインドマップで出たアイデアを元に各個人で1つを選び、各々がホワイトペーパーを作成した。「工期を1/10にするには」のアイデアからは「3D プリンティング」や「モジュール」、「新素材」アイデアが採用され、「親方はロボット」では「ウェアラブル親方」、「親方パワードスーツ」などが選ばれた。この段階では複数人で1つのアイデアを共有しつつ、個々のアイデアを付加していく様子が見られた。

<グループ B>

マインドマップから抽出したアイデアから、各々が興味を持った「現地調達」「あしゅらマン」「深夜作業」「鉄筋をやめる」「パート職人」について各々がホワイトペーパーを作成した。グループ A と異なり、自分が選んだ1つのアイデアについて、考えを深化させていく様子が見られた。

14:50-16:00	アプローチの整理	出てきたアイデアからアプローチを引き出す
-------------	----------	----------------------

<グループ A>

次に個々の新しいアイデアをホワイトボードに付箋により追加し、模造紙に出ているアイデアを含めて比較しながら新たなアイデアとそこに至るアプローチについて議論した。

<グループ B>

グループ B では、これまでに出来たアイデアをポストイットに書き写した上で、関連しているものを繋いでいく、という形式でアプローチの整理を行った。



図5 アプローチの整理の光景
(左側：ディスカッション中の光景 右側：ディスカッション結果)

16:10-16:30	スケッチ	アイデアを絵・キャプションで表現
16:30-16:50	成果発表	

整理したアプローチから、各々の最終アイデアを選び、絵とアプローチのキャプションを描いて最終成果物とした。

グループ A からは結果として、「工期を 1/10 にするには」のテーマから「3D プリンターでの建設」と「素材の機械化による可変性の実現」の 2 つが、「親方はロボット」から「調整役は人間より AI だ」と「AI 搭載親方パワードスーツ」と「自己管理する部品からなる建築」の 3 つのアイデアが作成された。

またグループ B からは、「80 人の現場を 8 人で回すには？」のテーマから「空を飛び、柱に張り付き、巨人を駆逐できるアシュラマン」「地域を見守る仮囲いのデザイン」「簡易な工法で負担減」「おうち掘り出しもの」の 4 つのアイデアが、 「パートの鉄筋工」のテーマから「誰もが職人だ！！」が作成された。