

災害対応ロボットをめぐる状況について

平成26年3月

経済産業省
製造産業局 産業機械課

1.災害対応ロボットについて

2.ロボットの国際的な競技会について
(DARPAロボティクスチャレンジを例として)

3.日米災害対応ロボット共同研究について

1. 災害対応ロボットについて①

災害対応ロボットの例



調査



作業



無人施工

1. 災害対応ロボットについて②

政府の取組

戦略的イノベーション創造プログラム SIP (Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)

総合科学技術会議が府省・分野の枠を超えて自ら予算配分して、基礎研究から出口(実用化・事業化)までを見据え、規制・制度改革を含めた取組を推進。

【特徴】

- 社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題を総合科学技術会議が選定。
- 課題ごとにPD(プログラムディレクター)を選定PDは関係府省の縦割りを打破し、府省を横断する視点からプログラムを推進。
- 府省・分野横断的な取組み。
- 基礎研究から実用化・事業化までを見据えて一気通貫で研究開発を推進。規制・制度、特区、政府調達なども活用。国際標準化も意識。
- 企業が研究成果を戦略的に活用しやすい知財システム。

SIPにおいて災害対応ロボット研究開発が対象になり得る対象課題候補

『レジリエントな防災・減災機能の強化』

関係省庁:内閣府、警察庁、総務省、消防庁、外務省、文科省、厚労省、農水省、経産省、国交省

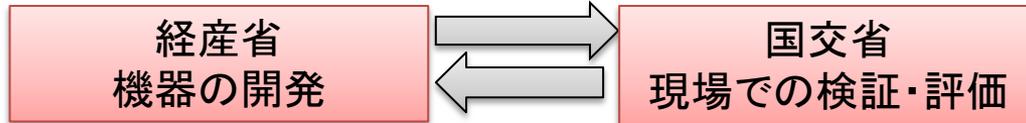
自然災害に備え、耐震性等を強化した強靱なインフラを実現する防災・減災対策技術、自然災害に関する高精度な観測・分析・予測技術を開発。発災時に被災者避難と災害対応を安全・確実にするため、IT等を活用して、迅速・的確に被災状況を把握・伝達する技術や災害対応技術を確立。早期導入を図る。多くの省庁、自治体、企業等が関連する国民的課題であり、かつ、緊急性を有する。

※「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」におけるインフラ維持管理ロボットと一体となって研究開発を進める可能性あり。

1. 災害対応ロボットについて③

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会(平成25年7月～)

- ・ 国土交通省 総合政策局長
- ・ 経済産業省 製造産業局長
- ・ NEDO、産総研、土木研
- ・ (オブザーバ) 消防庁、文科省、防衛省、農水省



- 連携体制の構築
- ニーズの特定
- 実証・検証体制の構築

次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野(平成25年12月25日 国交省・経産省公表)

国土交通省と経済産業省において、重点的に開発支援する分野を特定(平成26年度から開発支援)

災害対応

○災害状況調査(土砂崩落、火山災害、トンネル崩落)

- ・ 土砂崩落及び火山災害現場において、高精細な画像・映像や地形データ等の取得ができる装置
- ・ 土砂崩落及び火山災害現場において、含水比や透水性等の計測等ができる装置
- ・ トンネル崩落において、引火性ガス等に係る情報の取得ができる装置
- ・ トンネル崩落において、崩落状態や規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得ができる装置

○応急復旧(土砂崩落、火山災害)

- ・ 応急復旧ができる技術
- ・ 排水作業の応急対応ができる技術
- ・ 遠隔・自律制御にかかる情報伝達ができる技術



維持管理

○橋梁

- ・ 近接目視の代替ができる装置
- ・ 打音検査の代替ができる装置
- ・ 点検者を点検箇所へ近づける作業台車

○トンネル

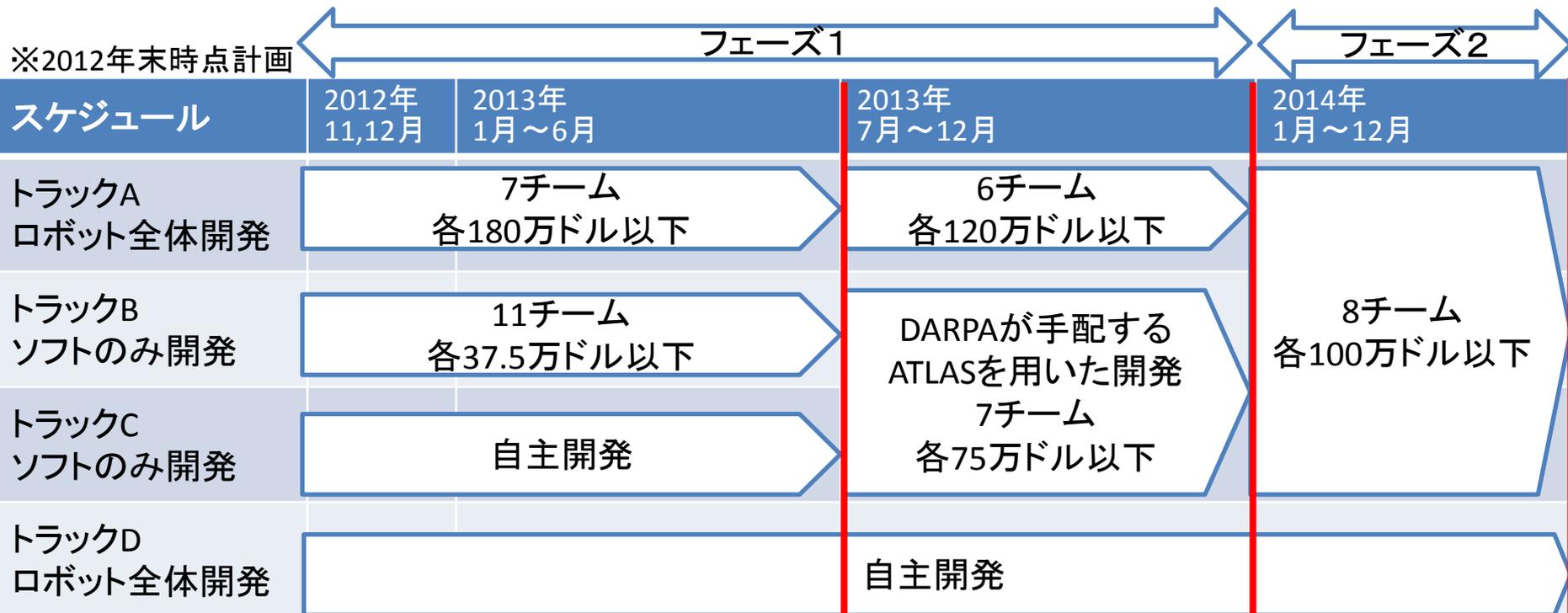
- ・ 近接目視の代替ができる装置
- ・ 打音検査の代替ができる装置
- ・ 点検者を点検箇所へ近づける作業台車

○河川及びダムの中水箇所

- ・ 堆積物の状況を全体像として効率的に把握できる装置
- ・ 近接目視の代替ができる装置

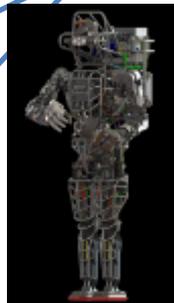
2. ロボットの国際的な競技会について（DARPAロボティクスチャレンジを例として）

DARPAロボティクスチャレンジの概要



クリティカルデザインレビュー(トラックA)
開発状況の総合評価。

バーチャルロボティクスチャレンジ(トラックB, C)
アトラスを念頭に準備されたリアルタイムオンライン
シミュレーション環境にてタスククリアを目指す。



アトラス(米ボストンダイナミクス)

DARPAロボティクスチャレンジトライアル
(フロリダ州のサーキット場)
実環境での実演。

DARPAロボティクスチャレンジファイナル
(テキサス州・ディザスターシティ)
実環境での最終実演。クリアした中で最
上位に200万ドルの賞金。

3.日米災害対応ロボット共同研究について

経済産業省と米国防総省による災害対応ロボット共同研究合意(2013年7月)

概要

- 東日本大震災において、「トモダチ作戦」をはじめとする日米の緊密な協力により、人道支援と災害復旧への取り組みにおける両国の専門技術者による共同連携の必要性を示しました。
- 経済産業省と米国防総省は、人道支援と災害復旧におけるロボット技術の共同体制の確立のため、合意書(TOR)を作成します。これにより、科学技術研究活動を通じて、日米の共同活動と、人道支援と災害復旧におけるロボットの応用の可能性により一層貢献していきます。
- 必要に応じ、両者は特定分野の人道的ロボットの研究開発のワーキンググループを設立し、二国間シンポジウムを開催し、それぞれの関係する大学や研究機関の相互訪問を実施します。
- また、国防高等研究計画局(DARPA)災害対応ロボティクスチャレンジに日本が参画することを通じ、本合意に基づく目的のうちの最初の活動の一例になると期待されます。
- なお、研究対象は汎用技術であり、武器輸出三原則等に抵触するものではありません。

今後の対応

- 日米共同研究について、内容の具体化を進める。
- 次回のDARPA災害対応ロボティクスチャレンジに関して、日本からのチームがどのような形態で参画するかについて、米国と調整を行う。
- 来年度より、日米共同研究に関する研究事業を開始する。

トラックA参加者一覧



ロボシミアン
(NASAジェット推進研究所)
全長:221cm
重さ:108kg
• 非二足歩行。
• 独立した四肢が合計28自由度を持つ。



バルキリー
(NASA ジョンソン宇宙センター)
身長:188cm
重さ:130kg
• 合計44自由度を持つ。



S-1
(シャフト)
身長: 148cm
重さ: 95 kg



DRCヒューボ
(米ドレクセル大)
身長: 140 cm
重さ: 60 kg
• 韓国KAISTのプラットフォームロボット
(ヒューボ)7体を用いて分散研究開発。



トール
(米バージニア工科大)
身長:178cm
重さ: 65kg



チンプ
(米カーネギーメロン大)
身長:157cm
重さ:181kg
• 非二足歩行。
• チンパンジーの動きを念頭にした設計。

トラックB・C参加者一覧

2013年6月の「バーチャルロボティクスチャレンジ」を通過した7チームに「アトラス」が提供されている。



アトラス
(米ボストンダイナミクス社)
身長: 188 cm
重さ: 150 kg

提供先

- IHMC(米の大学連合チーム)
- HKU(香港大学)
- MIT(マサチューセッツ工科大学)
- トラックラボ(米ロボット開発企業)
- トルーパー(ロッキードマーチン社)
- バージニア(独米の大学連合チーム)
- レックス(米の大学連合チーム)

トラックD参加者一覧



チロン
(米カイロスオートノミ社)
全長: 91cm
重さ: 68kg
• 6足歩行型。



DRCHewo
(韓KAIST)
身長: 155cm
重さ: 55kg
• 韓国KAISTと韓レイン
ボー社のチーム。



バディ
(モジャバトン)
身長 147cm
重さ: 17 kg
• コロラド州メサ大学の学生
を中心としたチーム。
• 4足歩行型。

試験内容

試験① 運転

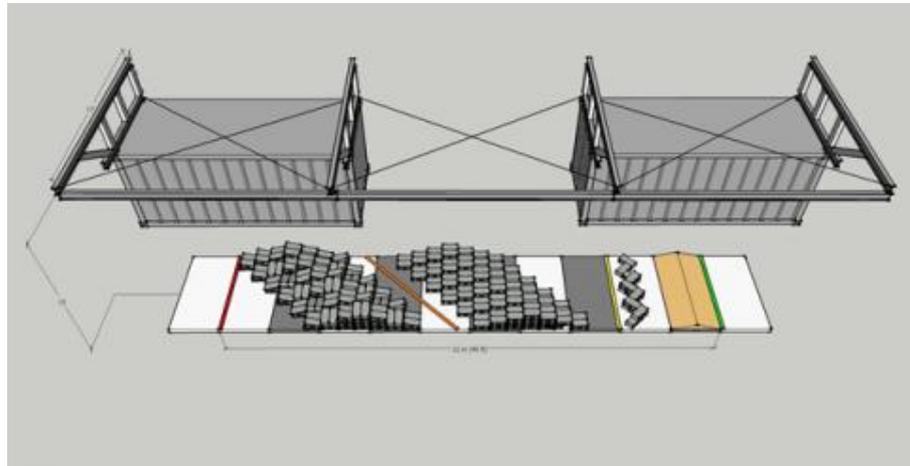
搭乗した状態からスタートして、ゴールラインを通過するまで運転すること。

ゴールライン通過後、降車してエンドゾーンから退出すること。



試験② 凹凸地形歩行

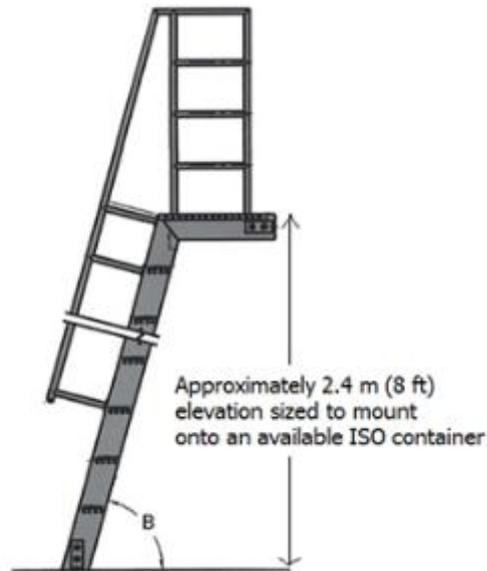
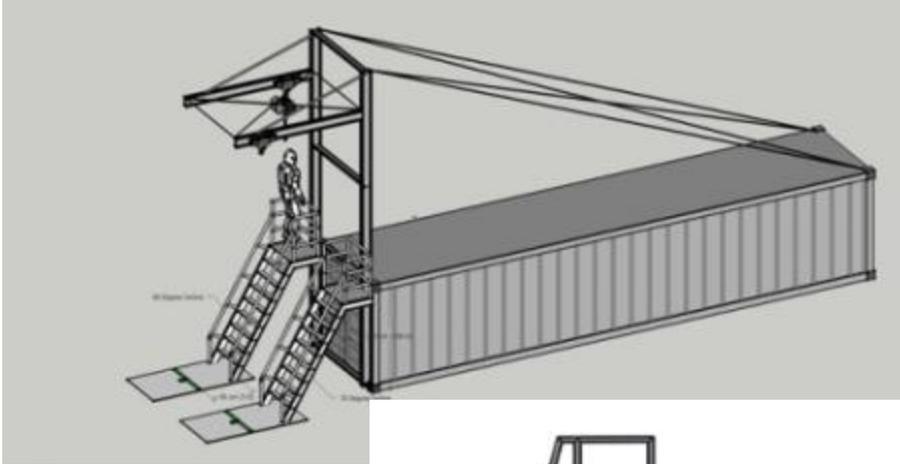
15cm高さのブロックから構成される3つの凹凸地形上を走行すること。



試験内容

試験③ はしご昇り

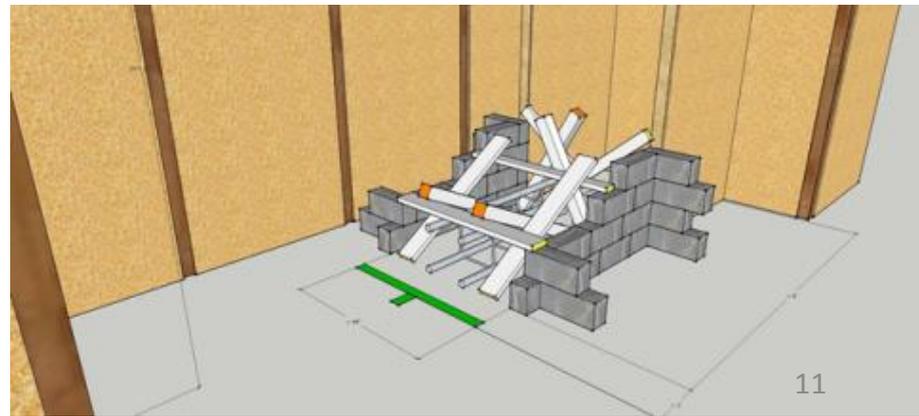
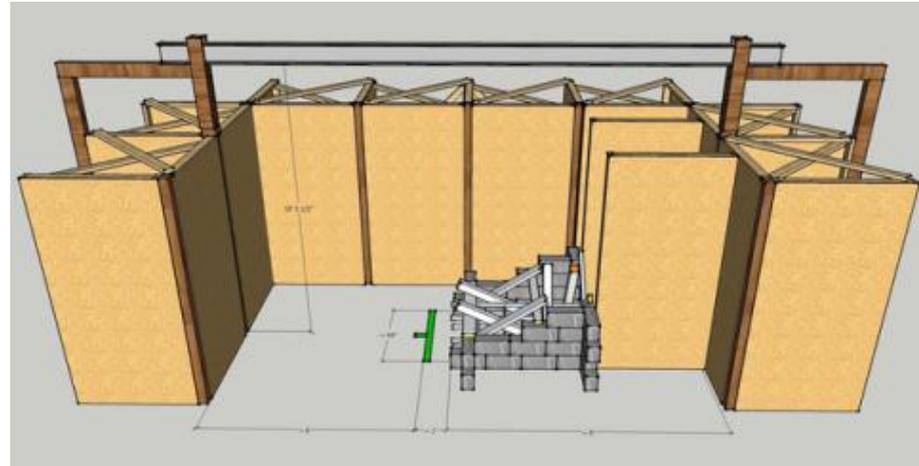
1段目、4段目、最高段に達する毎にポイント獲得。
チームは階段傾斜を60度と70度から選択できる。また、
手すり不要、片側のみ、両側を選択できる。



80 cm (32 in) width between railings

試験④ 障害物除去

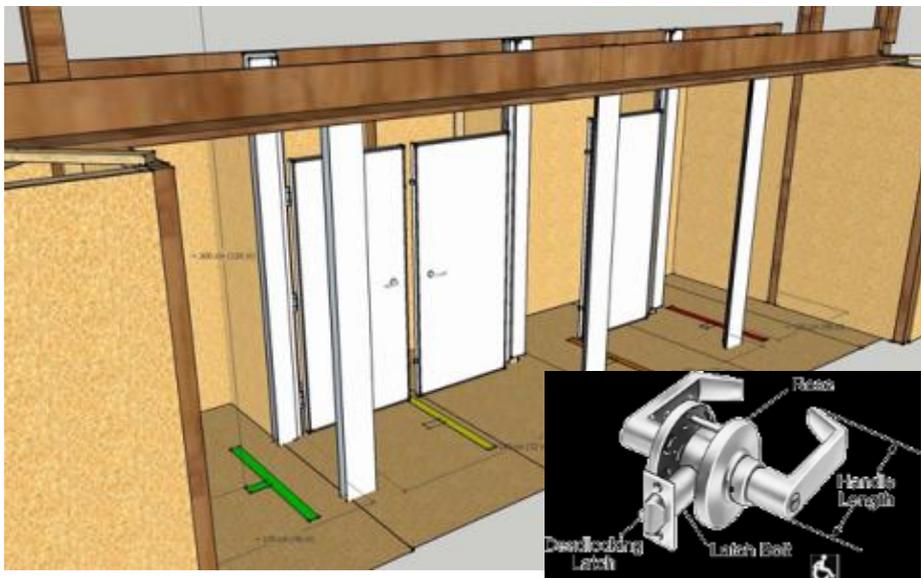
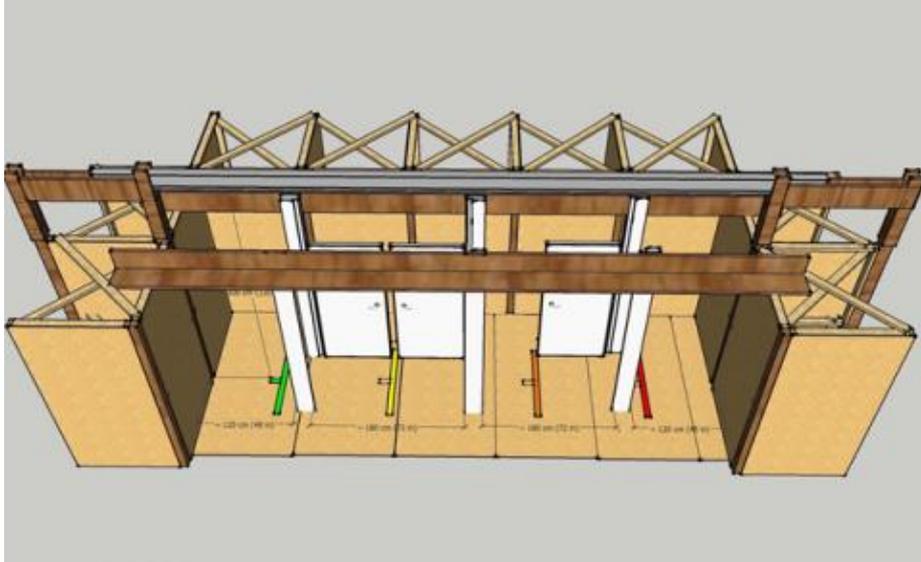
5枚の障害物の除去、さらに5枚を除去、除去後の通行、
の各段階でポイント獲得。
障害物は木材板で、大きさは5×10×91cmと
10×10×61cmの2種類。



試験内容

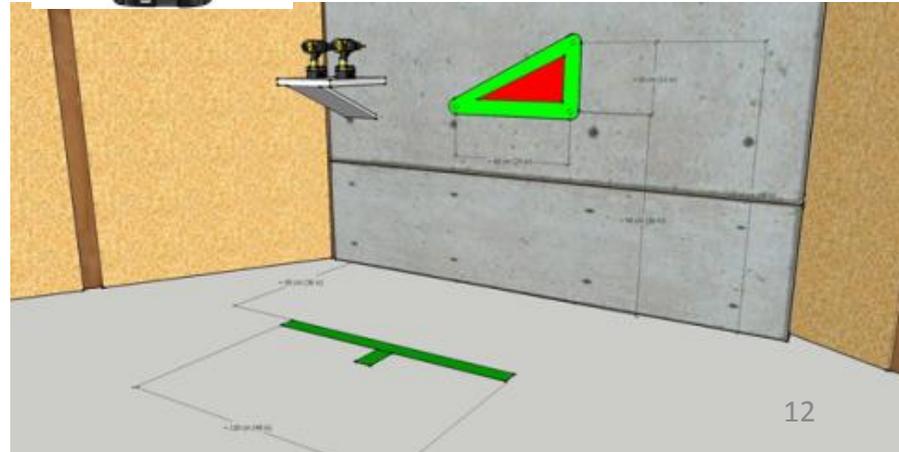
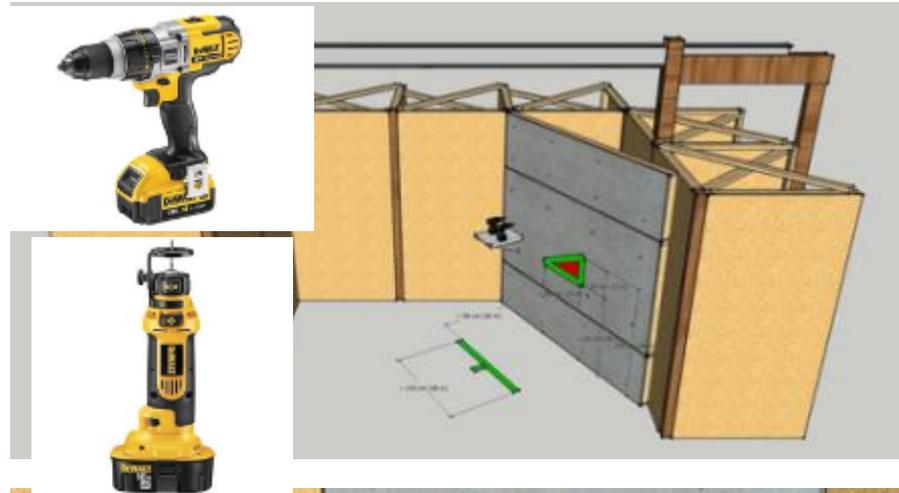
試験⑤ ドア開閉

押しドア、引きドア、加重付き引きドアを通過する毎にポイントを獲得。ドア幅は91cm。



試験⑥ 作業孔作成

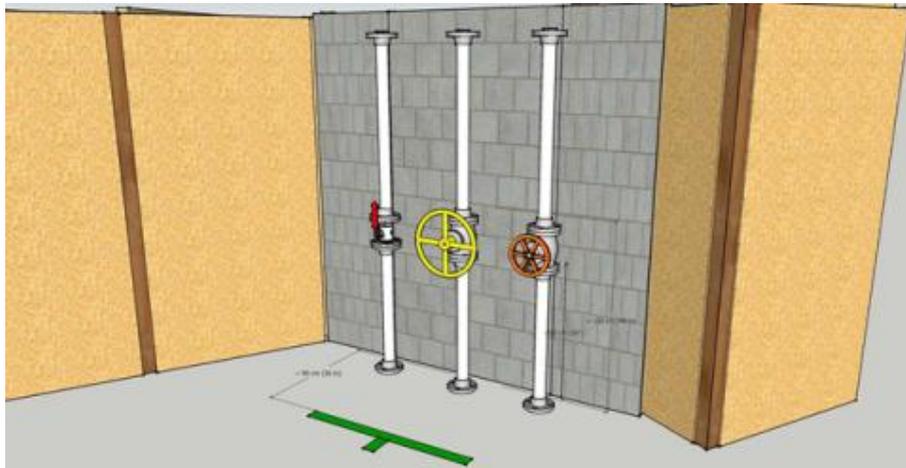
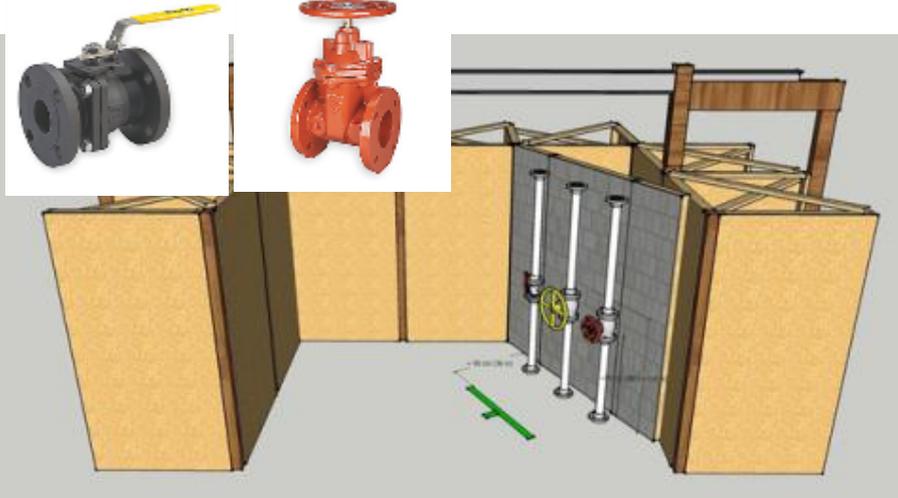
コードレスドリルを使って、12.7mm厚石膏ボード製の壁をはみ出さずに三角形に切開する。三角形は地上から91cmにあり、底辺60cm高さ30cm辺の太さ15cm。ドリルはトリガー式、on/offスイッチ式を選べる。



試験内容

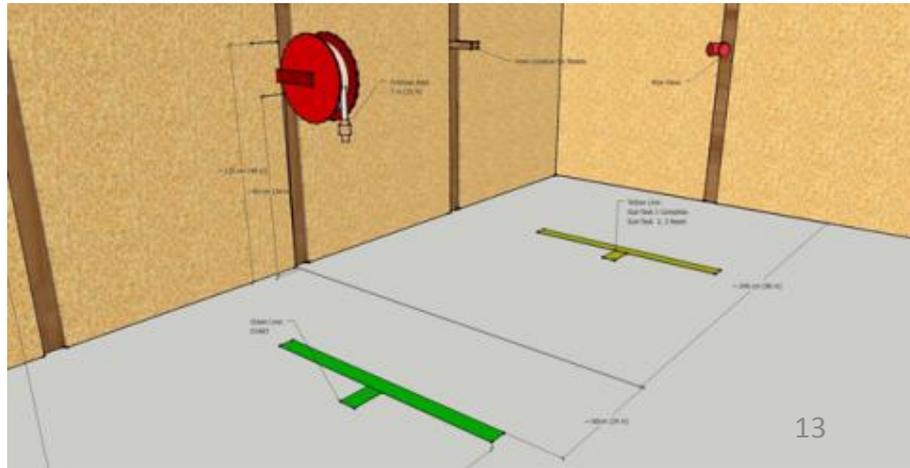
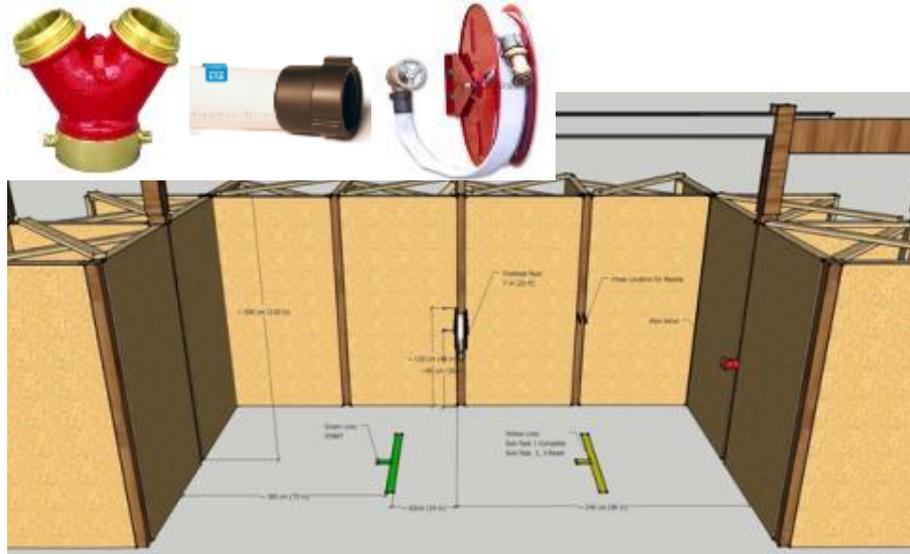
試験⑦ バルブ開け

33cmのハンドルを90度回転させて閉めるバルブ、直径23cm、46cmのハンドルを1回転させて閉めるバルブの3種類のバルブを閉める。



試験⑧ ホース接続

ホースを引いて黄線を通過する、ホースを栓に接触させる、ホースを栓に連結させる、の各段階でポイント獲得。



採点ルールと順位結果

ポイント

サブタスクで獲得したポイントが高い順に順位付けを行う。同ポイントの場合は、介入回数の少ない順、クリアタイム(各タスクの制限時間30分)が短い順に順位付けを行う。

通信制限

有線通信を用いるが、通信量を分単位で100Kbps~1Mbpsに制限する。

Task	Sub-Tasks	Sub-Task Points	Task Points	Sub-Tasks Must Take Place In Sequential Order
1. Vehicle	Drive past finish line Egress from vehicle Complete all sub-tasks w/no interventions	1 2 1	4	Yes
2. Obstacles	Traverse first four segments Traverse second three segments Traverse final three segments Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	Yes
3. Ladder	Two feet on or above first step Two feet on or above fourth step Two feet on or above landing Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	Yes
4. Debris	Remove five pieces Remove additional five pieces Travel through doorway Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	Yes
5. Door	Through Door 1 (Push) Through Door 2 (Pull) Through Door 3 (Weighted pull) Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	No (Note 1)
6. Wall	Cut Segment 1 Cut Segment 2 Cut Segment 3, Create hole Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	No
7. Valve	Close Valve 1 (90 degree) Close Valve 2 (mid-size rotary) Close Valve 3 (large rotary) Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	No
8. Hose	Hose end moves past start line Hose end moves into hydrant area Attach hose to hydrant Complete all sub-tasks w/no interventions	1 1 1 1	4	Yes

順位結果 (32点満点)

1位 S-1 27点

元東大助教を中心に昨年設立されたベンチャー・シャフトのロボット。昨年12月にGoogleが買収。

2位 IHMC 20点

フロリダ州の大学生を中心とした、ボストンダイナミクス社製「アトラス」を使用したチーム。

3位 チンプ 18点

カーネギーメロン大学の独自ロボットを使用したチーム。

以下

MIT	16点
ロボシミアン	14点
トラックラボ	11点
レックス	11点
トルーパー	9点
ツール	8点
バージニア	8点
DRCヒューボ (KAIST)	8点
HKU	3点
DRCヒューボ (ドレクセル)	3点
チロン	0点
バルキリー	0点
バディ	0点