

Beyond 5G 推進コンソーシアム
企画・戦略委員会

白書分科会 ビジョン作業班（第8回）

令和3年9月14日（火）15:00-17:00

場所：ウェブ開催



議事次第

1. 前々回・前回会合（第6回・第7回）の議事要旨について
2. 提案各者の説明
 - 株式会社 東芝
 - Quora, Inc.
 - 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構
 - 国立研究開発法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター
 - マッハコーポレーション株式会社
3. ディスカッション
4. 今後のスケジュール
5. その他

(案)

Beyond 5G 推進コンソーシアム 企画・戦略委員会
ビジョン作業班（第6回）議事要旨

1. 日 時： 令和3年8月3日（火）15:00～18:05
2. 場 所： ウェブ会議（WebEx）
3. 出席者：
中村主査（NTT ドコモ）、
ビジョン作業班 小西リーダー（KDDI）、永田サブリーダー（NTT ドコモ）、
技術作業班 中村リーダー（富士通）、下西サブリーダー（NEC）、
WP5D 対応 Ad hoc 菅田主査（KDDI）、武次副主査（NEC）、
ほか、通信事業者、メーカ等、計 90 名
（事務局）総務省移動通信課新世代移動通信システム推進室
井出室長、江原課長補佐、守屋係長、杉山官

4. 議事要旨

冒頭、会議開催に先立ち、小西リーダーから挨拶があった。

（1）前回会合（第4回・第5回）の議事要旨について

事務局から、資料1 ビジョン作業班第4回議事要旨、第5回議事要旨について説明。修正があれば、8月6日（金）までに事務局へ連絡してほしい旨説明。（追記：結果的にコメントはなかったため、原案で承認。）

（2）提案各者の説明について

提案各者から社会像のプレゼンテーションを行った。質疑応答は以下のとおり。なお、提案各者から申し出があった場合は、発表資料及び内容は省略することをメンバーで確認した。

① 文部科学省科学技術・学術政策研究所 黒木氏

『科学技術の発展による社会の未来-第11回科学技術予測調査より-』

永田サブリーダー：この施策の意義、改善点は如何。

文科省黒木氏：文部科学省の科学技術基本計画策定の際の参考資料として提供するもの。データにとどまらず、人文社会科学をどのように取り込んでいくか、が今後の課題と考えている。

小西リーダー：日本ならではの特徴的な将来像はあるか。

文科省黒木氏：日本特有のものはないと認識。今回の科学技術予測調査の特徴として

(案)

は、分野横断的な科学技術を取りまとめたこと。今後、社会課題の解決に活用が期待される科学技術もある。

永田サブリーダー：調査結果について、他省庁と意見交換などはしているのか。

文科省黒木氏：社会課題の解決のため、調査前や調査後も他省庁と連携・情報共有は行っている。

三菱電機長谷川氏：科学技術予測調査は今も継続中か。次回の第12回の調査日、アップデート日が決まっていれば教えてほしい。

文科省黒木氏：第11回の調査は完了。現在は、第12回調査に向けた基礎資料集め等の準備を進めているところ。次の調査結果が完了するのは2023年頃を予定。

② 株式会社 PREVENT/PREVENT inc. 萩原氏

『Beyond 5G/6G 時代における Disease Management Program の将来展望』

KDDI 菅田氏：個人情報秘匿性を考慮した上でのシステムとなっているのか。

PREVENT 萩原氏：当然、法律との兼ね合いも考慮しており、ガイドラインに則りながら、環境を構築しているところ。これには解析の環境構築が非常に大事となる。サービスの提供と、データを匿名化の上、分析・フィードバックの実施をうまく循環させる必要があることから、セキュアな環境が重要となる。

三菱電機長谷川氏：こうしたデータに関する国の指針はあるのか。もしある場合は、何か指標はあるか。

PREVENT 萩原氏：国のガイドラインがある。どのようにデータ管理しているか、どのように個人を紐付けているか、どのように個人同意を得ているかといった点が重要。サービスを提供する立場、情報を管理している立場で分けて管理することが求められる。今後の課題としては、多岐に渡るデータを扱い、また、個人により秘匿性が高い情報が存在するため、今の体制のまま継続できるかは、検討の必要性があると思う。

三菱電機長谷川氏：暗号の強度を高くすることは大切だが、デメリットとして処理に時間を要する点がある。そこで Beyond 5G の特徴である低遅延の活用が可能か。

PREVENT 萩原氏：現在はデータの処理速度について議論はされていないが、今後データ量が増えてくれば必要になってくるだろう。

三菱電機小崎氏：Beyond 5G 以外の部分で、実現の前提条件は何かあるか。

PREVENT 萩原氏：個人情報の管理はポイントである。産業の発展と個人情報の管理をどのように両立するかがボトルネックである。

③ Telexistence 株式会社 富岡氏

『Grasping Every Object with our Hands, Anywhere』

永田サブリーダー：フレーム問題の対処方法はどのようにお考えか。

Telexistence 富岡氏：ロボットのフレーム問題は二つある。一つ目は認識系。物体認

(案)

識、環境認識をどうするかだが、これは今のアプローチである深層学習でやっていくしかないと思っている。二つ目は動作計画。ロボットがどう動くといったことを事前に全て教えることは不可能のため、深層学習が必要になる一方で、現状だと、ロボットの深層学習に必要な教師データを集める方法がない。このため、我々は遠隔操作されるロボットの各関節にアクチュエータをつけ、そのデータを教師データとしてロボットに模倣学習させることでフレーム問題を解決しようと考えている。

KDDI 菅田氏：ご説明のあった商品の陳列については、将来的にはロボットが全てを担うといった世界になるのか。

Telexistence 富岡氏：人間とロボットの混合比率について、将来的にロボットの比率が上がるのは、ご指摘のとおり。ただし、動的に変化する環境下において、100%自律制御でロボットが動作することはないと考えている。現状だと、コンビニの商品陳列作業の85%をロボットが実施。人とロボットが1対1で対応するわけではなく、1人がより多くのロボットを操作できるようになるだろう。

事務局：人手不足という観点では、海外在住者が別の国のロボットを動かすといった場合も考えられるが、許容される遅延はどの程度か。

Telexistence 富岡氏：現状、日本国内で4Gを使った際の遅延時間は50~60ミリ秒。医療分野は別として、VRを見ながら三次元映像をもとにロボットを動かすといった場合だと、理論上、許容されるのは100ミリ秒以下と言われている。東南アジアくらいまでであれば、100ミリ秒以下となるため、商品の陳列作業であれば出来るのではないか。来年後半くらいから、フィリピンから国内ロボットを操作し商品の陳列を行うといった実証を始めることを考えている。

④ アーチ株式会社 平澤氏

『2030年のアニメ産業 線形の未来と6Gのもたらす非線形の未来』

ソニー内山氏：今後のデジタルエンタテインメントにAIの支援と記載されているが、こういった支援を想定しているか。

アーチ平澤氏：遠い未来の話になるが、AIを使うことで、見たいものを見せる、見たくないものは見せないことを実現するようになるだろう。AIにより、個人の意思をくみ取り、視界を制御できれば良いかなと思っている。やがて、現実世界に実装されると考えている。

KDDI 菅田氏：ゲームやアニメ市場が伸びているという話があったが、ゲームやアニメを楽しむ方々の人数はどれくらいと想定しているか。また、どれくらいの通信容量が必要となると考えているか。

アーチ平澤氏：今でも億単位のユーザーがいるゲームもある。動くお金も、アニメと比べるとゲームの方が非常に大きい。1か月で全世界で100億円売り上げたゲームも一定数ある。日本のアニメを好きでみている方々は、世界で延べ約1億人いると思う。通信容量でいうと、4Gや5Gでも閲覧できるため、6Gが必ずしも必要ではな

(案)

いと考えている。

永田サブリーダー：定量的なデータ容量については、通信業界でも計算できるだろう。

中村主査：アニメの視聴形態は今後どのようになるとお考えか。

アーチ平澤氏：スマートフォンがメインとなり、視聴時間も増加するだろう。消費電力や処理速度の問題が解決すれば、やがてスマートグラスに移行すると予想。一方、パソコン、テレビによる視聴は少なくなると考えている。

ソフトバンク横田氏：視覚や聴覚以外で体感することは可能か。

アーチ平澤氏：しばらくは視聴覚が有効。触覚により体感できるかもしれないが、現状の技術では難しい。

⑤ アスラテック株式会社 吉崎氏 『ロボットと Beyond 5G』

下西サブリーダー：日本が今後、注力すべき技術的ポイントは如何。

アスラテック吉崎氏：最近注目していることとしては、建物の形状データをあえてフリーで公開することで、日本全体のバーチャル化を進めていくこと。バーチャルを使って何かを考えている又は考えようとしている人には有益だろう。リアルタイムで更新されるバーチャル世界が実現できると非常に価値があると思う。こうした実証実験を始めることも意味がある。

三菱電機長谷川氏：センサレスロボットはプラットフォーム側に機能を持っているという認識で良いか。

アスラテック吉崎氏：仰るとおり。ロボットにはセンサをあえて取り付けず、ロボットが本来必要とするセンサ情報を仮想空間から取得する。

三菱電機長谷川氏：こうしたことは、wi-fi のような既存技術で、ある程度実現可能か。

アスラテック吉崎氏：技術的に可能かという点非常に悩ましい。現実世界のセンサ情報を単にクラウドにあげて取得するだけなら、遅延を考慮するだけで、実現できるとも言える。ポイントは、1度仮想空間として完結していること。例えば、1つの都市が1度リアルタイムに更新される仮想空間の中で、こうしたことが出来ることが重要。情報のアップロードなどが必須なので、6Gの持つ、超低消費電力であったり、どこでもつながるといった部分に期待している。また、センサはある意味で悪である。完全センサレスのメリットは、水をかけても故障しない。通信さえつながれば、利用できれば動くのがポイントである。

(3) ディスカッション（各者の説明や白書の目次案）について

本日のプレゼンテーション内容について質疑応答や意見交換を行った。内容は以下のとおり。

文科省黒木氏：ロボティクスについては、日本の国際競争力が高く、強みのある分野で

(案)

ある。日本の人手不足となっている伝統技術をロボットに継承させる動きもある。今後の参考になった。

アーチ平澤氏：多様性の観点から、インタラクティブな通信技術を用いて、どのように人を心地よく分断するのか、今後の検討事項だと感じた。

PREVENT 萩原氏：吉崎さんに質問だが、ロボットをセンサレスするという話だったが、逆にセンサは何につけておくのが最適と考えているか。

アストラテック吉崎氏：一例であるが、駅の電灯など既に電源があり、見通しが良いところに付けるのも面白い。そこにカメラを付ければ、いろいろな情報をアップロード出来る。6G時代でより面白くなると考えているものとして、測位システムがある。ヒトの右肩と左肩の位置を測ることで、ただの位置センサだけでなく、姿勢センサとして活用できる。IC タグを付けるかのように、世界中で安価な通信装置をヒトに付けることが出来れば、様々な情報を得ることができる。電力と通信、どちらの課題とも解決されれば、位置情報だけでも思った以上に色々なことが出来るだろう。

フジテレビ清水氏：吉崎さんに質問だが、データで年齢、性別を認知することは可能か。

アストラテック吉崎氏：広い場所、視界、人の密度や入場券をスマホ化、GPS化するなどの条件が揃えば可能。迷子やアトラクションの渋滞状況にも利用できる。密を避ける手段としても有効。

中村主査：平澤さんに質問だが、アニメは高精細化、高品質化の必要性はあるか。コンテンツは今後需要が増えると思うが如何。

アーチ平澤氏：スマホで見る場合、8K、16Kはそこまで重要ではない。画素数よりは、画面の更新頻度が重要ではないか。コンテンツの需要は今後も増加が見込まれる。今後も容量は増えるべき。

フジテレビ清水氏：アニメは多くの人が見るため、同時接続の機能、また、外国の視聴者を意識して、翻訳技術が重要になる。また、主人公、脇役の異なる視点でストーリーが見ることができると、需要が出ると思う。

中村主査：センサレスはまさに6Gが目指すべき姿だと感じた。

アストラテック吉崎氏：センサレスは理想のロボットである。ロボット目線だとVRの画素数は全然足りていない。もっと解像度を上げてほしい。歩きスマホは危険と言われているが、逆にスマホでほとんどの危険性を予知できるようになると、歩きスマホをしながら生活する世界が実現してもおかしくないと思う。

(4) 今後のワークショップと白書執筆の進め方について

小西リーダーから、資料3 白書の目次案について説明。目次案の業界ごとの執筆担当者(案)を提示。担当の変更希望があれば、8月13日(金)までに連絡してほしい旨説明。質疑応答は以下のとおり。

永田サブリーダー：業界ごとの執筆担当者は、ほぼ決まり。化学の分担は住友電工と要相談。事務局にメーリングリストを作成してほしい。

事務局：承知した。

(案)

永田サブリーダー：エディター、関係者は事務局へ登録者とアドレスを連絡してほしい。

事務局：メールはB5Gコンソーシアムのメーリングリストへ送ってほしい。

永田サブリーダー、ドコモ栗田氏から作成中の医療分野目次案について共有。現状と課題、ITの活用事例、2030年の医療をまとめたものを説明。今回まとめたものは5G、6Gについては触れていないため、今後専門家に意見を聞く予定。適宜、メーリングリストで審議していく。質疑応答は以下のとおり。

クアルコム武田氏：参考文献は英語があるものを選んだ方がよいと思ったが如何。

小西リーダー：参考文献は日本語でもよい。英語に限るものでない。

華為技術日本朱氏：6Gの技術要件についてどのようにまとめるのか。

永田サブリーダー：作成の仕方に迷っている。2軸で作成を試みたが、うまくまとまらないため、新しい方法を検討している。放射線状やニーズ、課題、テクノロジーの表現方法を検討中である。

JAXA 稲葉氏：どういう形で要求条件を整理していくか見通しを立てるのは難しい。技術の発展まで含めるか、通信分野に限るか決めた方がよいと思うが如何。

永田サブリーダー：最終的には通信分野の発展で実現できることを書いてほしい。どのように結論付けるかはエディター次第。綺麗なものを作る必要はなく、通信といかにマッチングするかを考えてほしい。

華為技術日本朱氏：書き方は大胆に提案してもらったほうが良い。マインドマップは素晴らしいが、全員が綺麗な図は書けない。

小西リーダー：綺麗な図、絵に限らず、中身が面白いものにすれば良い。

KDDI 井尻氏から作成中の鉄道分野目次案について共有。質疑応答は以下のとおり。

永田サブリーダー：面白い内容、攻めた分野はあるか。

KDDI 井尻氏：まちづくりの視点は面白いと思う。

永田サブリーダー：2軸で作成はできたか。

KDDI 井尻氏：2軸で作成は難しい。将来像に対して要求条件の示し方が難しい。

鉄道総研中村氏：鉄道の貨物輸送の観点についても入れていただきたい。まちづくりと鉄道運航をどのように分けるのか、融合させるのか整理が必要。鉄道のセキュリティとセーフティの概念は少し違う。鉄道はセーフティの概念がとても大切になってくるため、6Gがどのように貢献できるのか考える必要がある。

ローム梅本氏：列車車両の進化については如何。

KDDI 井尻氏：今回は記載していない。通信分野を集中的に記載した。

三菱電機長谷川氏：箇条書きと聞いていたが、皆出来が早くて焦っている。

パナソニック湯田氏：周りの動きを見て進めようと思った。本日共有していただいたも

(案)

のを参考に進めたい。

エリクソン本多氏：各省庁のまとめた資料を参考にするやり方は参考になった。

小西リーダー：やりながらチューニングしていけばよい。適宜、分野を超えて添削すれば、平準化できるのではないか。各エディターも同じように進めてほしい。

永田サブリーダー：エディターと業界の人の議論の進め方は如何。

小西リーダー：第2、第4火曜日のワークショップや定例の白書分科会後の18:00から19:00の時間に議論できる時間を設ける。

KDDI 高木氏：各発表者に意見を聞くのは如何。

永田サブリーダー：問題ない。

ローム沢井氏：半導体の場合、作る部門と使う部門に分けられると思うが、非常に範囲が広い。全てをまとめるのは難しい。

永田サブリーダー：全ての分野に該当することだと思うので、適宜作成してほしい。

中村リーダー：金融分野についてまとめたものがあるため参考にしてほしい。適宜意見が欲しい。

永田サブリーダー：エディター用のメーリングリストを作成してほしいため、事務局からエディターに募集をかけてほしい。

(5) その他 次回会合について

事務局から8月24日(火)15:00から第7回ビジョン作業班/第6回技術作業班合同開催である旨説明した。次回ワークショップは9月14日(火)である旨説明。

以 上

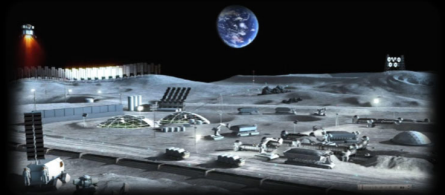
(案)

Beyond 5G 推進コンソーシアム 企画・戦略委員会
ビジョン作業班（第7回）議事要旨

1. 日 時： 令和3年8月24日（火）15:30～15:45
（本会議は同日15:00～17:00の白書分科会と合同開催）
2. 場 所： ウェブ会議（WebEx）
3. 出席者：
中村主査（NTTドコモ）、
ビジョン作業班 小西リーダー（KDDI）、永田サブリーダー（NTTドコモ）、
技術作業班 中村リーダー（富士通）、下西サブリーダー（NEC）、
WP5D対応 Ad hoc 菅田主査（KDDI）、武次副主査（NEC）、
ほか、通信事業者、メーカ等、計92名
（事務局）総務省移動通信課新世代移動通信システム推進室
井出室長、江原課長補佐、丸橋係長、守屋係長、杉山官
4. 議事要旨
小西リーダーから「資料3 白書の目次と今後の進め方について」について説明。質疑
応答は以下のとおり。

小西リーダー：白書の執筆状況について、テレコムサービス協会さんから説明を希望す
る旨事前に連絡があったが、この場でご説明していただくことも出来るが、いかがか。
テレコムサービス協会竹上氏：まずは叩き台を作成したところ。本日18時からのエディ
ターズ会議で、ご説明させていただければと考えている。
小西リーダー：承知した。他に18時以降のエディターズ会議で説明したい方はいるか。
三菱電機小崎氏：状況の報告を希望する。
ソフトバンク横田氏：我々も状況報告させていただきたい。
永田サブリーダー：エディターズ会議では、テレコムサービス協会様、三菱電機様、ソフ
トバンク様の3者が説明希望と認識している。
小西リーダー：では、本日のエディターズ会議では3者からご説明いただき、議論出来れ
ばと思う。

以 上



203Xの宇宙活動

- 宇宙から情報を得る、宇宙で情報を伝える、そして・・・
NTN最末端からの視点

稲場典康

JAXA 研究開発部門

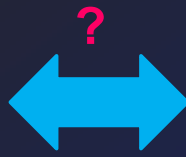
2021.09.14



H=360,000[km], $\Delta t=1.2[s]$

©JAXA/HAYABUSA2

人間と機械



- 探査・科学の成果 Royal Astronomical Society 2007
 - ・ 人 > 機械 (高速移動、その場観察・採石、総合判断)
- 資源の経済的採取 (2021.6 宇宙資源法成立⇒資源所有権)
 - ・ 人 ≦? 機械
- 異なる価値観
 - ・ 人類の活動領域の拡大
 - ・ 「ホンモノ」体験 (物理世界の五感による認知・働きかけ。)
 - ライブ・チケット > DVD
 - ベゾスの宇宙遊覧飛行 >>>> Disney Star Tours

3



©JAXA HYB2

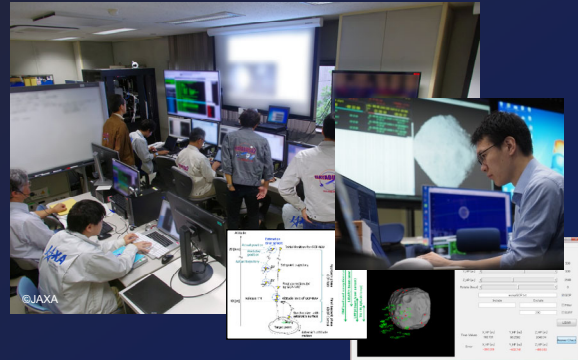


©JAXA HYB2

4

はやぶさ2の運用(情報・意思決定・行動)

往復40分の通信時間遅れ



- 最終降下(高度250m以降)は「はやぶさ2」の完全自律
- “時刻: T_c ”での、人間の仕事=Go/NoGo指令、「注意事項の教示」
- モデル、シミュレーション、学習の重要性
- 全ての情報は、意思決定のために、意思決定は” T_c “の行動のために。
(情報の必達時刻要求 \neq 時間遅れ要求)

5



JAXA OZS-1

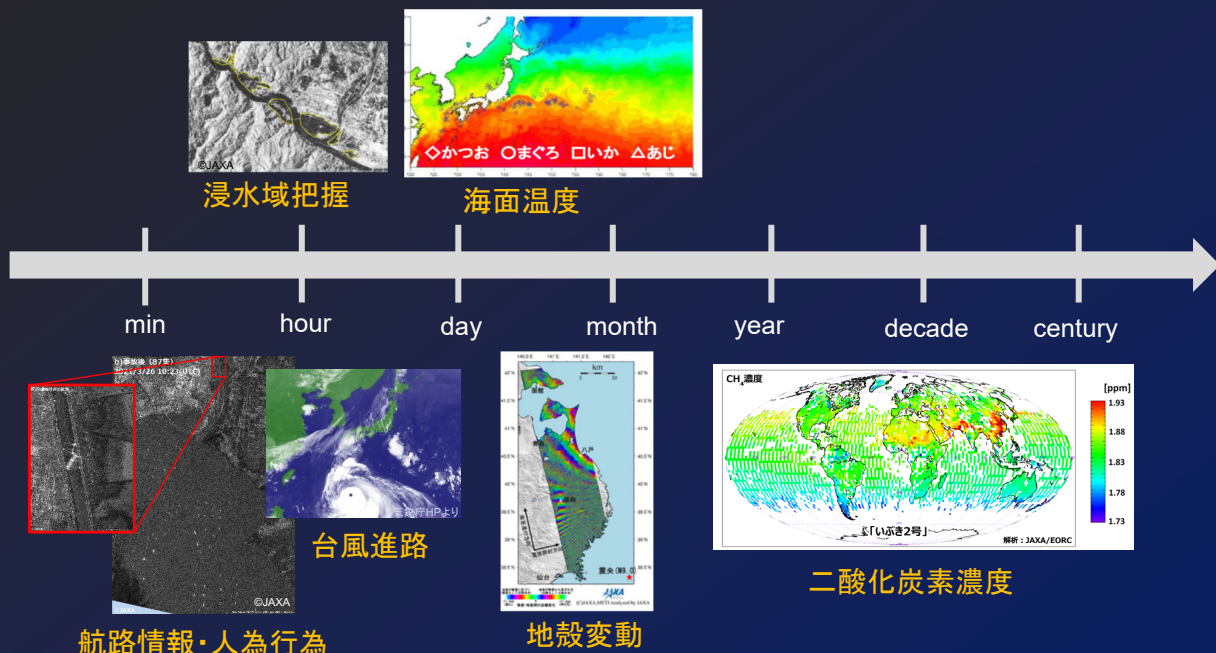
$H=36,000[\text{km}], \Delta t=0.12[\text{s}]$

$H=350[\text{km}], \Delta t=0.0012[\text{s}]$



©JAXA/NASA

宇宙から見えるもの 変化・関心の時定数



観測の俯瞰性 → 予測の長期性 → 行動への時間余裕

2030年代-宇宙からの目が貢献できるもの-

● 気候・気象

- ・ 台風進路、3日先を現在の1日先と同精度で
- ・ 数週間先までの顕著現象(大雨・暴風)の見通し予測

● 地震・津波・火山

- ・ 津波高さ予測。減衰時間提供
- ・ 火山活動の予測。降灰の範囲や降灰量を精度高く予測。

● 農業・林業分野での応用

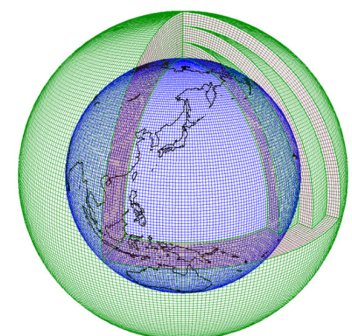
- ・ 作物の収量・品質の推定、収穫適期の決定
- ・ 天候インデックス保険開発

● 海洋分野での応用

- ・ 船舶報提供サービス/海洋監視サービス
- ・ 陸上から魚群の入網状況確認。スマート漁業。

● 宇宙の監視

- ・ 太陽監視による「宇宙天気予報」(GPSの精度劣化、通信障害予測)
- ・ 地球衝突の危険小惑星監視



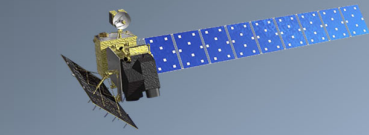
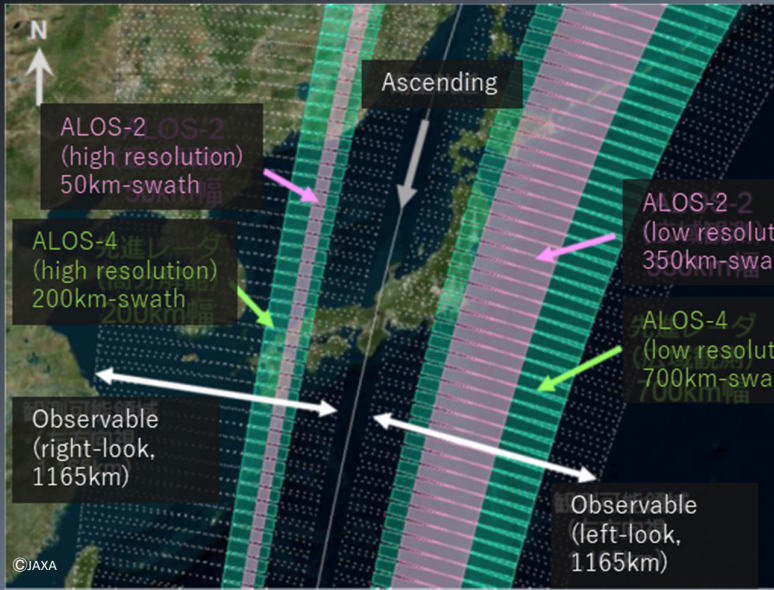
気象庁HPより引用

出典: ①「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方、気象庁、2018。

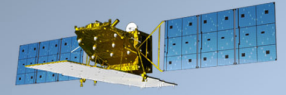
② 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書第1作業部会報告書(自然科学的根拠)、2021年7月。

③ 衛星データをビジネスに利用したグッドプラクティス事例集。内閣府、2020年3月。

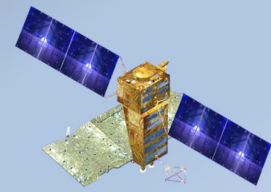
時間・空間・波長 分解能向上への要求



ALOS(2006) , 0.1Gbps



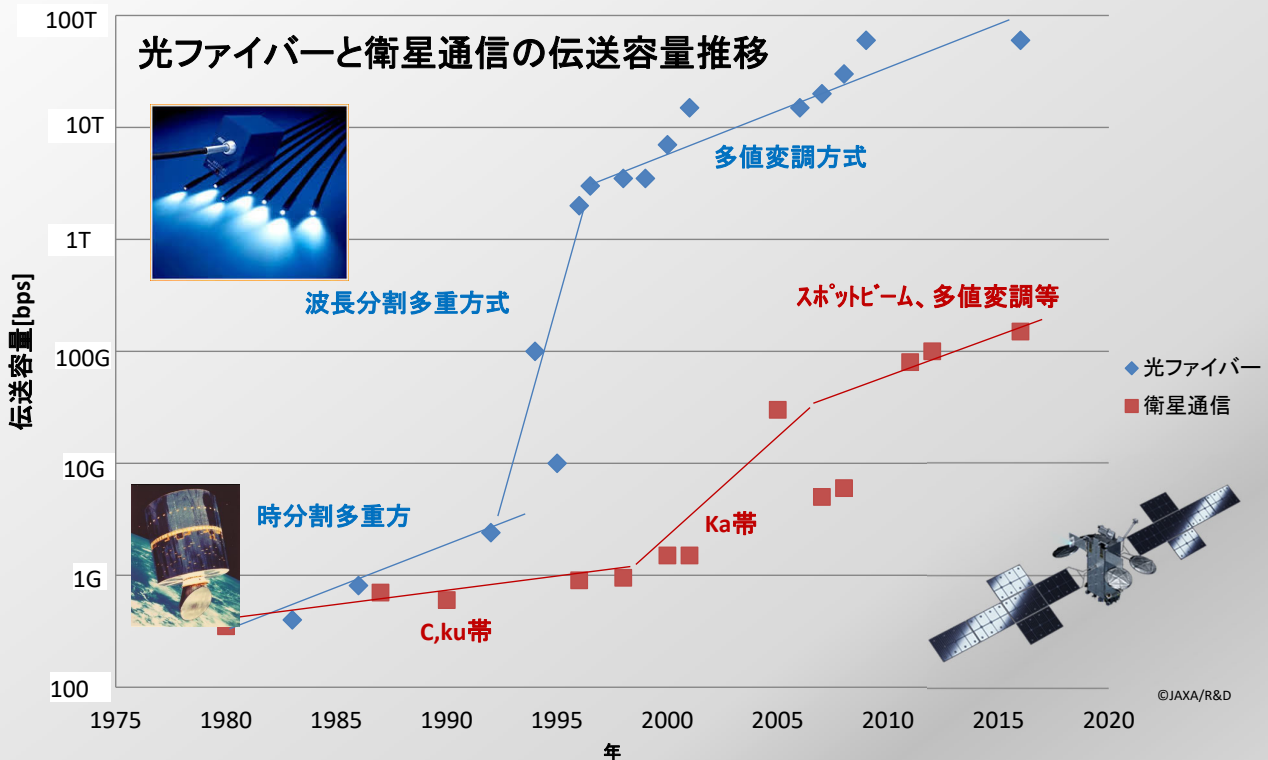
ALOS-2(2014) , 0.8Gbps



ALOS-4(~2022) , 4Gbps

衛星通信と地上ファイバー

- 衛星通信の強み : 広域性・同報性・耐災害性、**秘匿性、低遅延(LEO)、P2P** -



観測画像データ量の爆発

- 価値ある1bitへ - $I(E) = -\log_2 P(E)$



©JAXA/ALOS

1シーン～1GB

1日～0.1TB

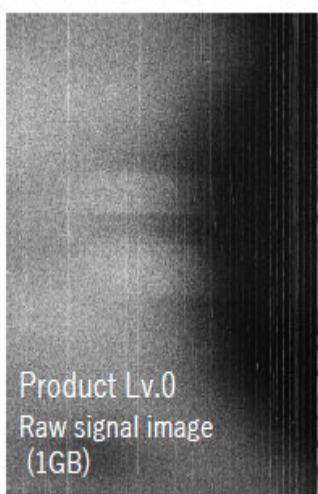
1年～40TB

大英図書館1400万冊蔵書

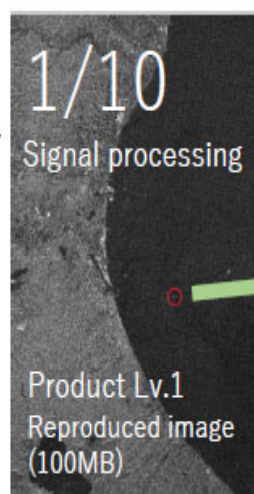


11

DataからInformationへ 宇宙コンピューティング



L1 process



L2 process



©JAXA



©JAXA

- ・人工/自然 物体/現象の自律認識
- ・撮像対象の選択等、行動決定
- ・必要情報を地上ネットワークノードを選択し伝送

12

宇宙とB5G

1. 課題解決・可能性の提供

- 地球規模の課題への対応
- 「世界」の拡大による新経済活動、「新感覚体験」のコンテンツ提供

2. 宇宙システムの特徴・強み

- 圧倒的俯瞰性を持つ観測センサでIoTの一角を担う
- 全てのモノ・人が因果を把握・制御するための共有時空間の提供(衛星測位)
- 衛星通信の新たな強み＝秘匿性、低遅延、P2P

3. 技術開発の方向性

- 宇宙コンピューティング、宇宙ストレージ
- セキュリティに配慮しながら地上N/Wと宇宙N/Wの結合強化(システム&ヒト)

2030年の研究開発 RX(リサーチトランスフォーメーション) へ向けて

2021年9月14日

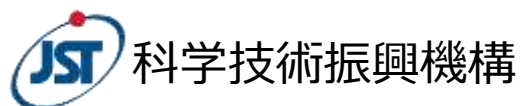
JST研究開発戦略センター(CRDS)

青木 孝




JST CRDSの紹介

- JSTの主要事業 アカデミアへの戦略的ファンディング
- CRDS 国の研究開発戦略・ターゲティングを提言



研究開発戦略の立案

～未来を創る研究開発戦略を立てる～

研究開発戦略センター (CRDS) 

低炭素社会戦略センター (LCS)

アジア・太平洋総合研究センター

科学技術イノベーションのための 戦略プログラムの運営

～知を創造し経済・社会的価値へ転換する～

未来社会創造	産学官の連携による共創の「場」の形成支援
戦略的な研究開発の推進	企業化開発・ベンチャー支援・出資
挑戦的な研究開発の推進	知的財産の活用支援
創発的研究の推進	情報基盤の強化 (科学技術情報インフラの構築)
国際化の推進	

技術イノベーションのための基盤整備

～社会との対話を推進し、人材を育成する～

未来の共創に向けた社会との対話・協働の深化

次世代人材の育成

博士後期課程学生の支援

日本科学未来館

イノベーションの創出に資する人材の育成

2030年の社会

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



リサーチトランスフォーメーション(RX)

ポスト/withコロナ時代、これからの研究開発の姿へ向けて

- COVID-19感染拡大の影響により、世界・日本の研究開発活動はこの一年で広範囲に停滞
- わが国の**研究開発現場の再起動・新たなかたちは如何に**→ 国全体の研究力向上へつながるかたちが求められる
- **分野や組織で異なる状況**（生命科学/物質・材料/環境/エネルギー/ICT、大学/国研/企業、都市部・地域部） → やるべきことはどこでも同じではないが、全体統合的に
- 次なる新たな感染に耐えながらも「止まらない」
→ **強靱な研究開発活動**の環境を構築
- 在宅・テレワークのまま**研究を遠隔化するシステム、実験の自動化・ロボット**の導入による、研究現場の省人化
→ **DXによる研究活動の効率化やシステム革新**によって、労働集約的な研究開発環境から脱却
- 研究開発現場の施設・空間の再設計と、**リアルの価値再考**
- **研究者の新しい働き方や活躍の在り方**、心理的負担の軽減、キャリア・進路選択の不安払拭

2021年1月発行



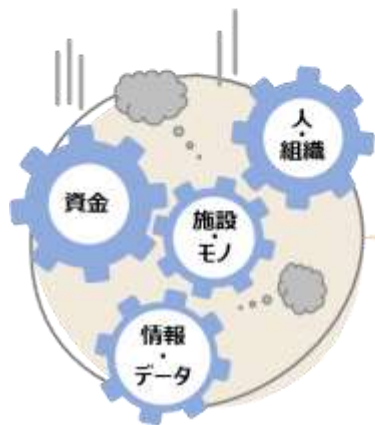
<https://www.jst.go.jp/crds/report/report04/CRDS-FY2020-RR-06.html>

DXを駆動力にRXを推進

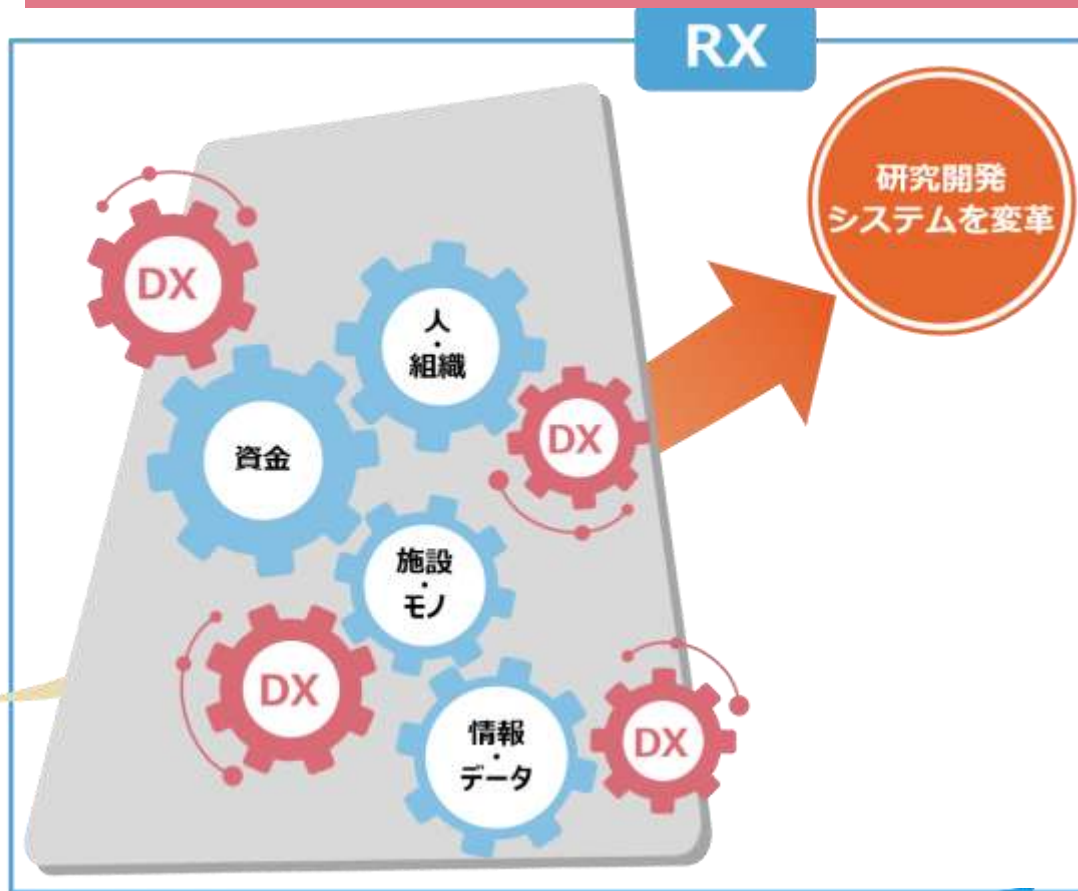
今、社会・産業だけでなく研究開発も、新たな時代の新たな姿へと変わることが必要。それはCOVID-19を経たがゆえの進化・高度化であり、これまでの延長線だけでは開けない地平に挑むために必要な変革。研究開発活動のオペレーティングシステムをトランスフォームする、これを**リサーチトランスフォーメーション (RX)**と呼ぶ。

RXを押し進めていく一つのドライバーとして、研究開発のDX化の積極展開は重要な手段となる。しかし、DX自体は目的ではない。研究開発システム全体を新しい姿へと導く一連の変革がRX。

※このようなRXの本来の意味の英語表現を考えれば、“Transformation of R&D systems with digital technology as the main driver”（デジタルテクノロジーを主なドライバーとする研究開発システムの変革）とするところだが、ここでは和製の造語としてRXを用いている。



- ✓ 日本の研究システムにおける旧弊・弊害を構造転換する機会に。ただし競争力の源泉は失わずに、むしろ強化しより創造的に！
- ✓ 日本全体が科学技術イノベーションをさらに推進していけるような、DXだけではない研究開発の新たな状態（常態）への構造的なトランスフォームを遂げる！



研究開発現場で起きている傾向、 分野・活動形態による違い

研究現場の声

- 実験系（物理や化学）における**実データが創出されていない状態では、データからの予測も、検証ができない。**
- 理論やシミュレーションも、現実のデータがあって初めて妥当性を確認するものであるため、リアルな世界から完全に脱して成り立つ研究というのは、一部にすぎない。
- 国内における「**実証試験**」類は**中断が多数**。海外機関との国際共同研究も、オンラインで情報共有する程度にとどまっている。研究計画そのものの下方修正が起きている。
- 計算科学やデータ駆動科学に新たに参入する研究者が相次ぎ、今後半年～数年はこれら分野の論文が増大すると予想。
- **野外・フィールド系のテーマは実地調査ができず、研究対象によっては季節が大きく関係するため、研究に年単位の支障。**
 - ・ 農作物が本格的に栽培され始める時期で、調査やモニタリングの開始時期にあたるが、この重要な時期を逃すことになる
 - ・ 各地に設置してある測定機器の保守や撤去などにも行けず、現地の協力者（在住者）に頼まなければならない状況。

分野・領域間で研究活動の継続性・状況に生じる差

対象・分野	現在の活動状況	今後のアウトプット傾向
コロナ関連研究（バイオ・メディカル・臨床、疫学、周辺関連領域）	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究を積極継続・展開 ● 公的研究開発投資を拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究成果が増加する予想
実験・フィールド系研究（非コロナテーマ）	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究低減または停止 ● 公的研究開発投資は維持か低下傾向か 	<ul style="list-style-type: none"> ● 成果創出に低迷の懸念 ● 人材の減少・不足に懸念
システム・情報・理論・計算・データ活用型研究	<ul style="list-style-type: none"> ● 従来からのシステム・情報系研究は継続・発展 ● 実験・フィールド系研究者からの臨時・新規参入が増大 	<ul style="list-style-type: none"> ● 成果創出が増大 ● 競争や重複が増える ● 使用できる実データに制約が生じることから一部は停滞してしまう

コロナの外的要因による影響ではない従来からの構造的課題は、意図的な対策必要（人材、資金、施設）

観察や分析を通じて得ていた多種多様な情報やデータをいかに補完できるか？

実験・フィールド系研究との間で、研究開発がサイクルするエコシステム構築が必要

研究開発における“リアル”の見直しとDXの活用

実験室・フィールド調査など「リアルな場」における研究開発と、そのDX

- リアル場の安全化（密回避）に伴う措置
- リアル場で過ごす時間の低減化と、それに伴う働き方の変化・改革
 - 実験室やフィールドで過ごす時間を高密度化
 - そもそも**感染症如何に関わらず、実験室やフィールドでの時間の使い方、過ごし方の旧弊・慣習の見直すべき点**の改善
 - 長時間労働、**労働集約的な研究業務**、不十分な計画性等に対する見直し要素
 - リアルの場でおこなうことへの事前準備やプロセスの改善、時間効率を向上
- 研究開発そのもののDX（データ科学・データ活用、ロボティクス導入、AI、IoT活用）
- **研究資材（試薬・備品）や設備管理の在り方の変革**
 - 法人単位での共同・協調調達による、資材安定性の確保。メンテ計画や修繕計画の中期見込みに伴う、財源の積み立て化・柔軟化（間接経費改革）

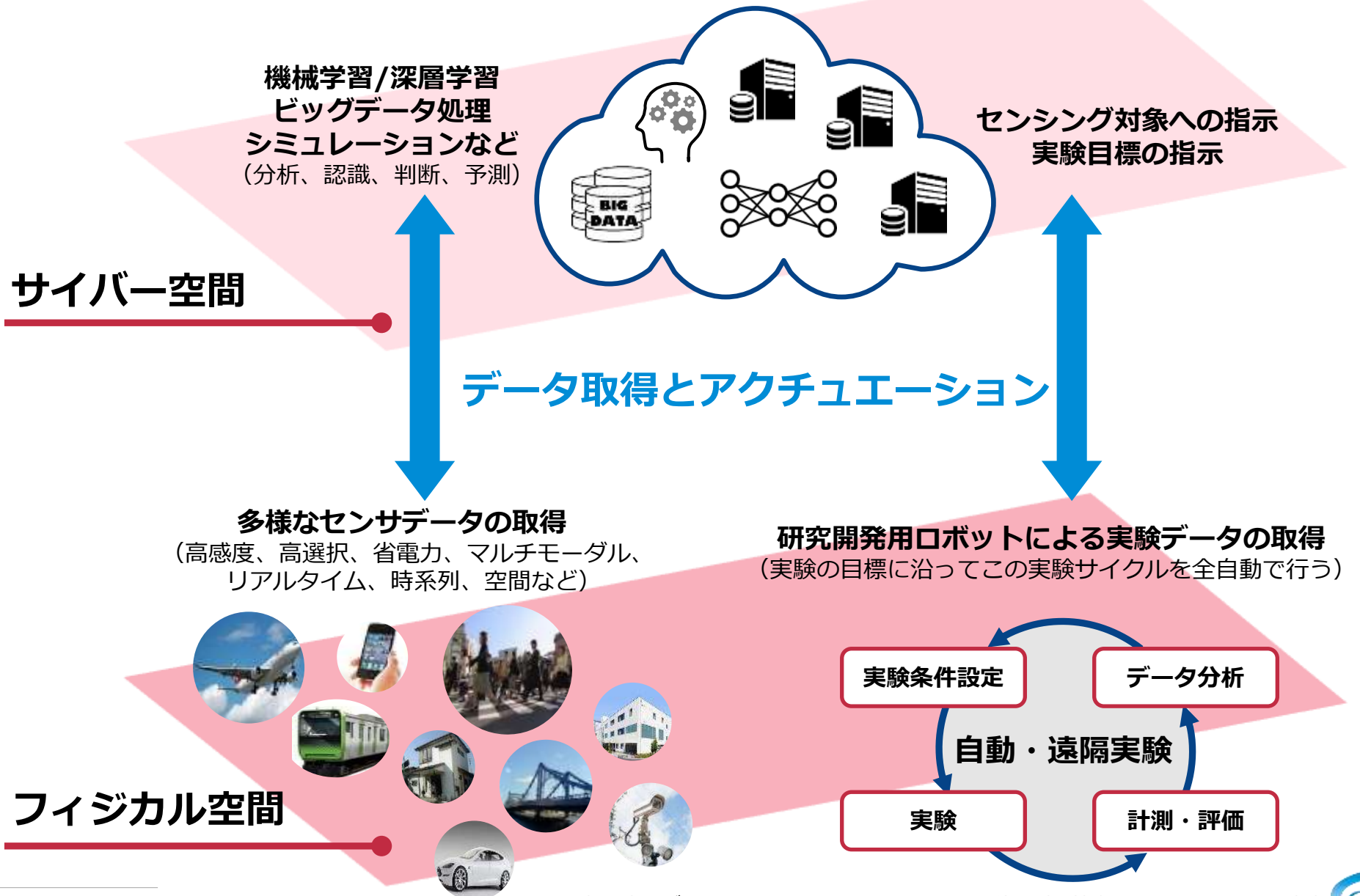
在宅やサイバー空間上など、非実験系の研究開発

- テレワーク環境やサイバー空間の充実に求められるツール開発・普及促進
- コミュニケーションプロセスや、解析・記録・共有方式の新たな形を作る
- プライバシーやセキュリティのオールインワン確保

人・組織（人間関係構築の新しい方法論の開発や心理的ケアの在り方、雇用形態）

- （コロナ感染拡大で困窮）**若手研究者、任期付研究者の救済、支援**
- 会わない・会えないまま出会い、関係を深めていく。そのとき**心理・メンタルケア**はこれまでと同じか
- ジェンダー問題の克服・越境、アバターによる関係構築、**新たなメリットやデメリット**
- シチズンサイエンスの加速

Society 5.0の社会と研究開発活動との連続



遠隔システムの活用と疎な現場の構築

完全遠隔と半遠隔

- **完全遠隔**：人が実験室やフィールドに居ないまま、遠隔地からの通信のみで、ロボティクスを活用して実験や 解析、サンプリング操作等を可能とする活動
 - **課題①**：現在はごく限られた装置や実験・解析・サンプリングのみしか対応ができず、そのための機器・システム開発が広範囲に必要
 - **課題②**：無人現場の標準的な安全管理・セキュリティ管理方法を構築する必要
- **半遠隔**：限られた人員（技術職員や実技実習等）のみが現場でリアルな操作を担い、研究者は遠隔地からコミュニケーション（ビデオ、スマートグラス、VR、による共有）によって実験等を協働 協調的に遂行
 - **課題①**：実験誤差や計画の手違い、ミス・コミュニケーションの認識
 - **課題②**：熟練の技術専門家が必要で且つ負担の集中を如何に回避するか

疎な現場の構築

- 従来過密な設計であった空間を改修
- 人員数のオートコントロール・アラートシステム
- 良好な空調衛生環境の維持管理：換気、
- 紫外線LEDによる定時殺菌システム
- 人とロボットの共創空間
 - 人の動線とロボット動線の最適設計



CRDSレポート The Beyond Disciplines Collection
「異分野融合を促し、研究力向上を支える土壌を育む」
図：近未来のスマートなラボ

事例: マテリアル)クラウド上のAIに有機合成を依頼し、ロボットが合成

- IBMは、人工知能モデルとクラウド・コンピューティングのプラットフォーム、ロボットを組み合わせ、 「RoboRXN」と呼ぶ化学研究所をクラウド上に構築。研究者がテレワークで新たな分子を設計し、合成することを支援
- 研究者はWebブラウザ経由で、作成したい有機化合物の骨格構造をRoboRXN上の白紙のキャンバスに描くと、RoboRXNが機械学習を用いて必要な材料と調合の手順を予測、遠隔地の研究所のロボットに指示を送ってその合成を自動実行させる。実験が完了したら、結果と共に報告書を利用研究者に送信する仕組み
- 現時点では医薬品関連化合物が主に想定



利用者は目的の有機化合物の骨格構造を、ロボRXNのキャンバスに描く



AI・ロボット・クラウド有機合成システム"RoboRXN"

IBM <https://rxn.res.ibm.com/>



“半遠隔” 実験研究環境の構築

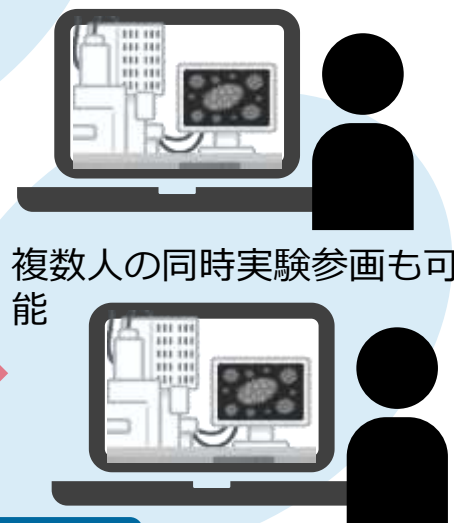
離れていてもここがあなたの実験室

実験室施設内のプロ・専門技術者

クラウドのデータ・解析



データ解析・システムをオンライ
ン・リアルタイムで共有実行

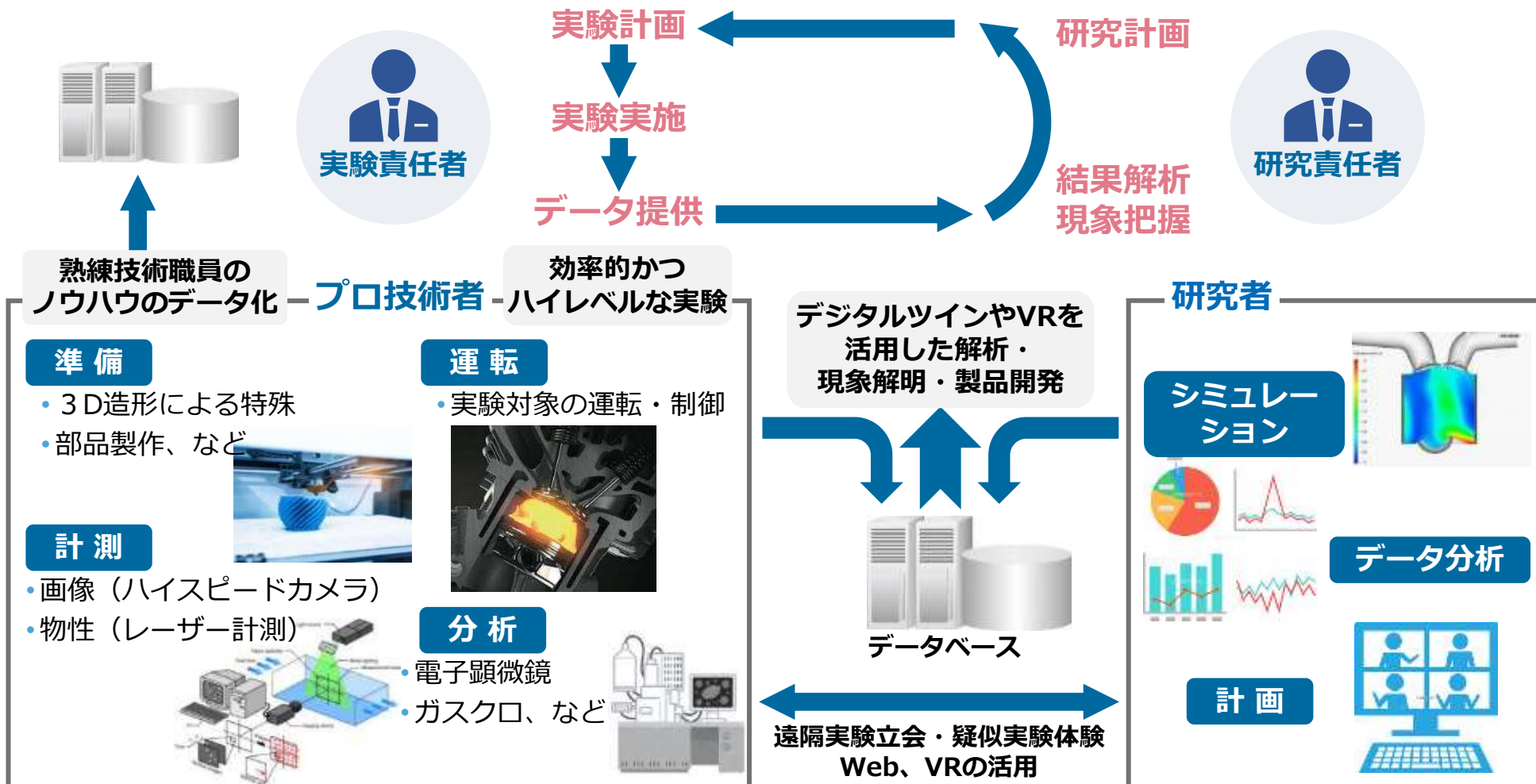


遠隔地の研究者

実験施設内での大人数での長時間滞在を避けつつ、同時に大規模・緻密な実験の一層の高度化を狙う仕組みに
(熟練によるハイレベル実験を遠隔共有)

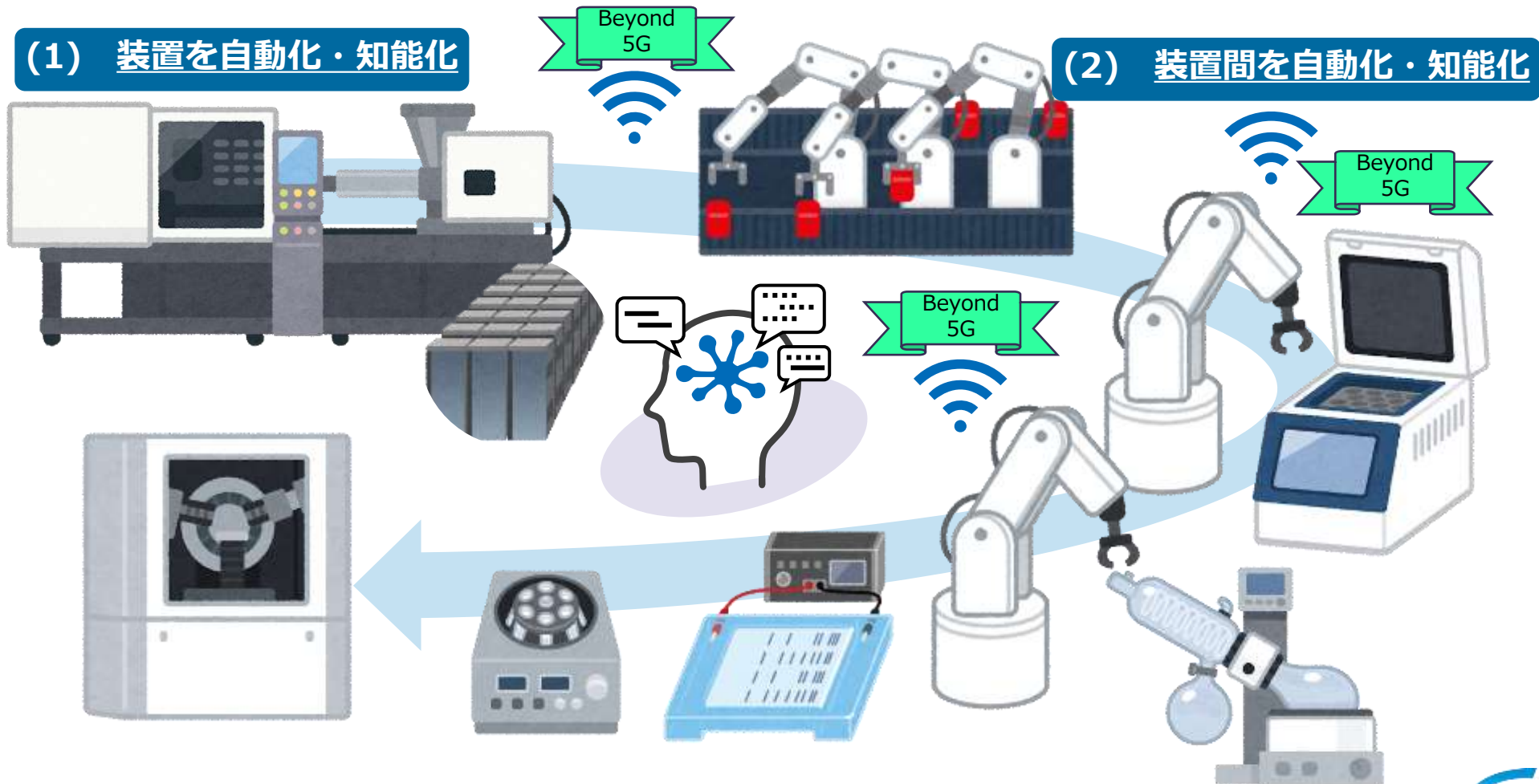
研究(仮説/計画/解析)と技術(実験)の連携分業・協働

- 綿密な実験計画のもと、確かなスキルを持つ技術者が実験責任者として実施。若手研究者や学生が実験側で経験・習熟を積む人材流動
- 制御された実験によるデータベース構築。想定外の結果（失敗）もアーカイブ化して有効活用



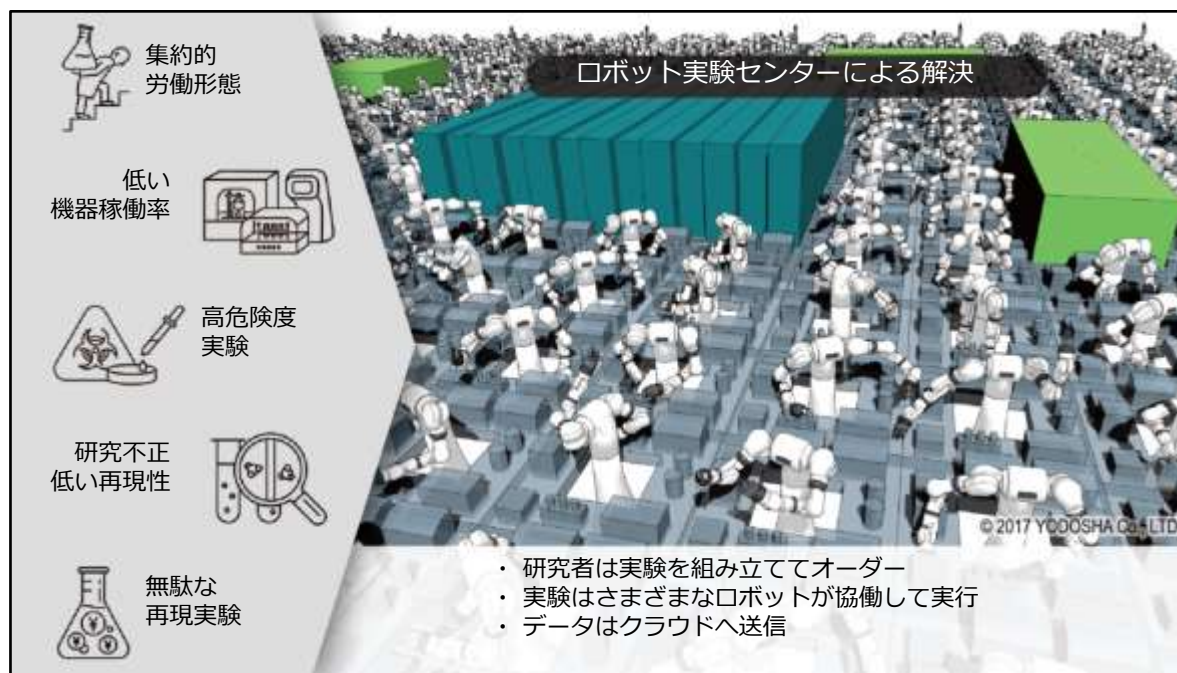
研究開発機器の自動化・知能化

- (1) 一つ一つの装置を自動化・知能化すること、
- (2) 異なる装置間を結びつけて自動化・知能化すること（直接接続 or 稼働ロボットによる接続）
→研究施設における任意の区分を自動化・知能化させていく



事例:ライフ)ロボティック・バイオロジーによる生命科学の加速

- 理化学研究所、産業技術総合研究他は共同で、さまざまなロボットや機器が相互に連携して生命科学実験を自動実行するロボット実験センターを目指している
- 日々単純作業に時間を費やさざるを得ない多くの研究者を解放し、生産性が飛躍的に向上することを狙う
- 現在はまだ、人が機器と機器の間を「つなぐ」役割から解放されていないため、実験全体を自動化する際のボトルネックとなっている
- ロボット実験センターのプロトタイピング・ラボを整備し、異種のロボットや実験機器を相互に連携させるネットワークシステムや実験プロトコル共通記述言語を開発中
- ゲノム編集、オミックス解析、再生医療を皮切りに様々な分野でロボット実験の実証を行う



技術的な集約・蓄積が重要な共用研究インフラの例

研究者による実験計画

次なる試験の研究計画

研究者による解析とフィードバック
理論とシミュレーションモデル開発と活用

プロ技術者による高度な実験準備と精度を担保できる
実験実施 (装置保守含む)

- 各種データ(試験条件、排出ガスなど)を観察・計測し、データ化
- データ転送・蓄積

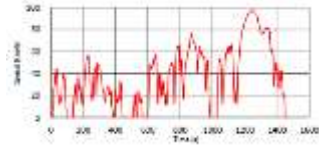
例：自動車・エンジン試験

シャシーダイナモ試験

実際の車両を用いた排ガス・燃費などの試験



走行モード



単気筒エンジン試験



要素実験
可視化エンジン例



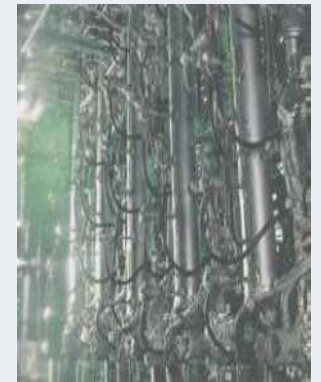
高い熟練度が必要な実験

研究と実験
の分業

理論・シミュレーション

従来ソフトの課題	原因	対策
膨大なメッシュ 作成コスト	物体適合格子	直交格子法 + IB(Immersed Boundary) 法
チョーク現象、 衝撃波を捕えら れない	非圧縮性流体 方程式	完全な圧縮 性流体方程 式
サイクル間変動 を再現できない	RANS(Reynolds Averaged Navier-Stokes) にもとづく時間平 均的解析	LES(Large Eddy Simulation)にも とづく空間 平均的解析

例：パイロットレベルの触媒評価



パイロットレベル/高い精度が必要な実験

学会等研究コミュニケーションのDX進展と課題

- コロナ禍をきっかけに学会・イベントのバーチャル開催が進み、ポスターセッションの工夫や仮想空間の利用
- 一方、研究開発における多様なステークホルダーの参画や、成果発表以外の目的を持つ交流の場のさらなる充実は、コロナ以前からの課題（集合知の弱さ）
- バーチャル・リアル双方の強みを活かしたツール開発・環境整備が重要。セレンディピティや発想の広がりを誘発する仕掛けは可能か
- 誰もが十分に使いこなせるツールを利用できる基盤的環境を



学術集會もVR空間で —コロナ禍にあっても「身体と精神の制約を解き放つ」意欲的な試みで実現



Sine Wave Entertainment社のデモビデオ

- Science Portal「学術集會もVR空間で—コロナ禍にあっても「身体と精神の制約を解き放つ」意欲的な試みで実現」（2020.08.17）
科学技術振興機構（JST）https://scienceportal.jst.go.jp/explore/reports/20200817_e01/
- <https://www.youtube.com/watch?v=WqsK8qVASZA>

まとめ

- 研究環境もデジタルトランスフォーメーションの流れ（RX）
- トランスフォーメーションを先に遂げていく人・組織と、そうでない人・組織とに二極化する恐れ
- トランスフォームの手段の一つであるDXは、標準化・規格化、水平統合が進む
- すべてがリアルからオンライン・デジタルに置き換わるわけではない
- 研究コミュニケーションをよりボーダレスに
- RXは研究力強化の重要な手段だが、beyond 5Gといった技術だけでは研究力強化は実現しない。
技術だけでなく、フレキシブルな雇用形態、有機的な組織協力、研究計画の柔軟な変更といった、制度的なトランスフォーメーションとの両輪で実現

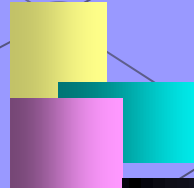
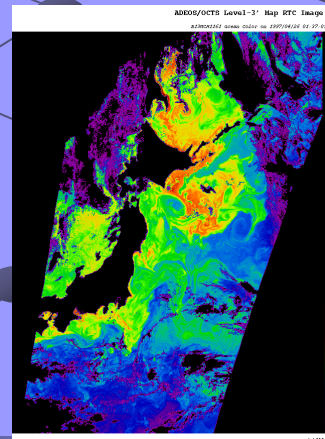
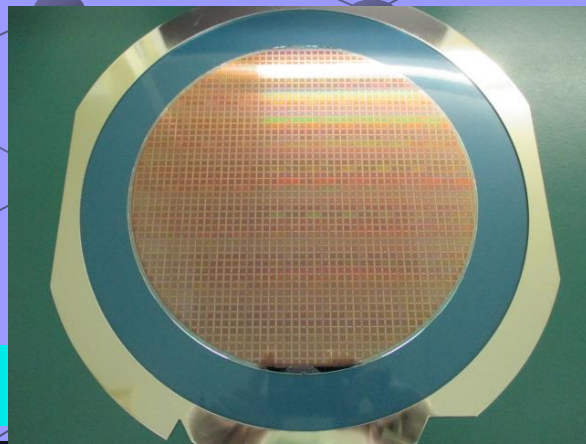


1. 赤塚剛文 経歴

氏名	赤塚剛文(あかつか ごうぶん)
住所	神奈川県相模原市南区 在住
生年月日	1954年7月9日
本籍	東京都町田市 (出身:山形県天童市)
最終学歴	日本大学農獣医学部(生物資源科学部)卒業

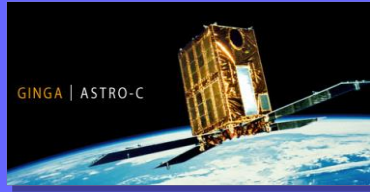
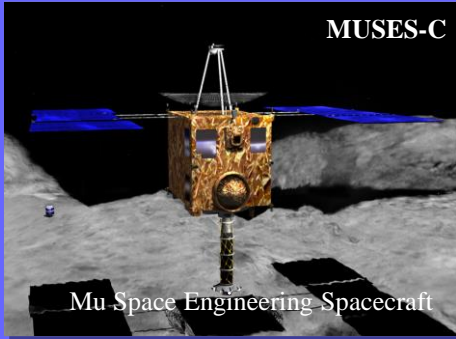


年	職歴
1978~1980	陸上自衛隊第二高射特科
1980~1996	日本電気(株)宇宙開発事業部 人工衛星開発(光学センサー研究・開発)
1996~1999	日本電気半導体センサー部へ出向・事業部解体、NEC横浜事業所閉鎖に付き、退職
1999~2014	マークテクノロジー社設立(代表取締役)人工衛星搭載用光学センサー開発製造を継続
2014~	UMCJ社(ミネベア半導体)を買収し、マツハコーポレーションに社名変更 (代表取締役)





人工衛星搭載機器



VISSR (MOS-1)



ADEOS-OPS

耐放射線光学機器



マツハコーポレーション

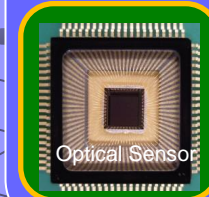
MACH CORPORATION
Artificial satellite unit

会社名: マツハコーポレーション
所在地: 神奈川県横浜市西区北幸2-5-15
設立: 1984年5月
資本金: 1億円 (2021年6月)
役員: 会長 和田 裕
社長 赤塚剛文
取締役 瀬川 純 鈴木市郎
TEL: 045-412-0400 FAX: 045-412-0415
HP: <http://www.machcorp.jp>

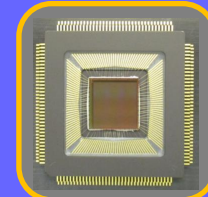
2. マツハコーポレーション会社案内

弊社は「ミネベア半導体」として生まれ、DRAM等の半導体製造を行っておりましたが、現在は、人工衛星搭載光学機器を主体に、放射線に極めて強い、耐放射線カメラの製造・販売を開始致しました。

耐放射線CMOSセンサー



Optical Sensor



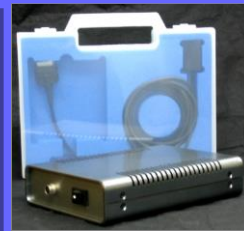
耐放射線カメラ



MACH製品



非破壊検査装置



デジタルレントゲン



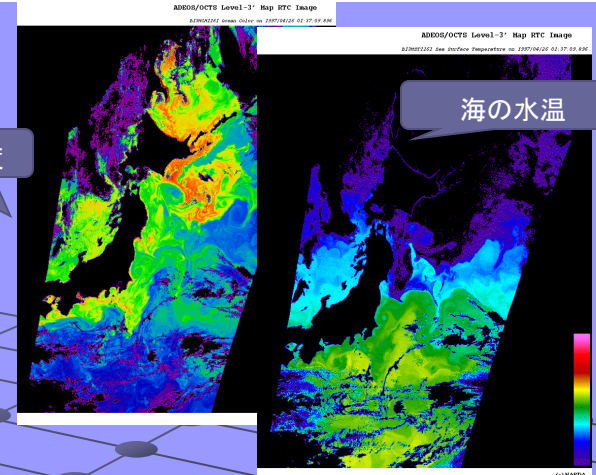
X線建物検査装置



四事業

1. 人工衛星搭載用光学機器
2. 耐放射線センサー&カメラ
3. 開発請負(電子機器・FW)
4. 研究・開発

プランクトン濃度



2-1. 人工衛星搭載用光学機器

1985年に打ち上げた、ハレー彗星探査衛星(PLANET-A)を筆頭に、多くの衛星に我々が開発した光学機器が搭載されております。(CCDセンサー、ダイオードアレイセンサー、スタートラッカー、など)

光学センサーは、世界の中で日本が圧倒的に強くメーカーも多々存在しますが、宇宙環境に耐え且つ高度な性能を求められる人工衛星搭載用となると、作れる企業も限られます。

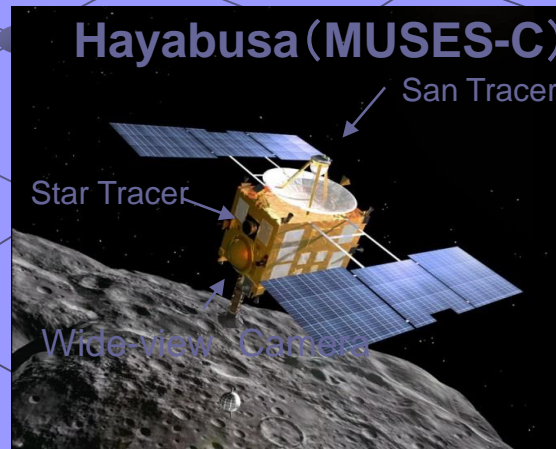
弊社(MACH)とJAXA(航空宇宙研究開発機構)が共同開発した「次世代型耐放射線CMOSセンサー」は、耐放射線試験で驚異的な数字を記録しました。

現在、人工衛星搭載用カメラとして、日本の人工衛星は元より、海外にも輸出の準備を開始しました。



AVNIR

Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer



Hayabusa (MUSES-C)

San Tracer

Star Tracer

Wide-view Camera

CMOS Sensor

Optical Sensor

人工衛星搭載用光学機器



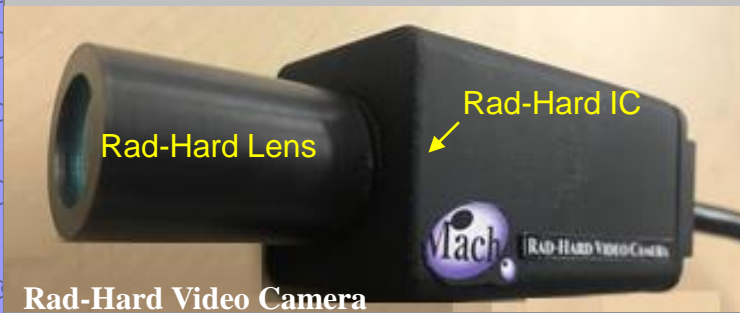


2-2. 耐放射線センサー&カメラ

JAXAと共同開発しました「人工衛星搭載用次世代型耐放射線CMOSセンサー」は人工衛星のみならず、原子力設備等の放射線の強い環境下でも使用が可能です。

放射線破壊限界試験を実施した結果、250万gy(5000gy/h)で破壊しないまま！試験は時間切れ！で終了しました。想定を超えた驚異的な記録を樹立したためNHK(サイエンスゼロ)でも放送されました。尚、このセンサーを搭載したカメラは500万gy(3000gy/h)を達成し、宇宙開発の技術の高さを証明致しました。

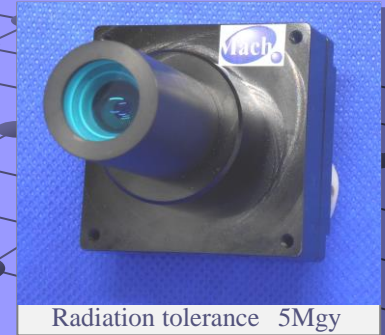
Rad-Hard Sencer



Rad-Hard Video Camera

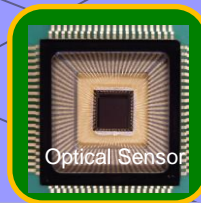


耐放射線カメラ (TEG)



Radiation tolerance 5Mgy

Rad-Hard CMOS Image Sensor →



耐放射線カメラ概要

耐放射線性能: 500万gy(実測値)

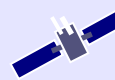
耐放射線C-MOSイメージセンサー

上記センサーはJAXA・Machの共同開発

基本モノクロ(オプション: マルチスペクトラム)



提供: NHK(サイエンスZERO)

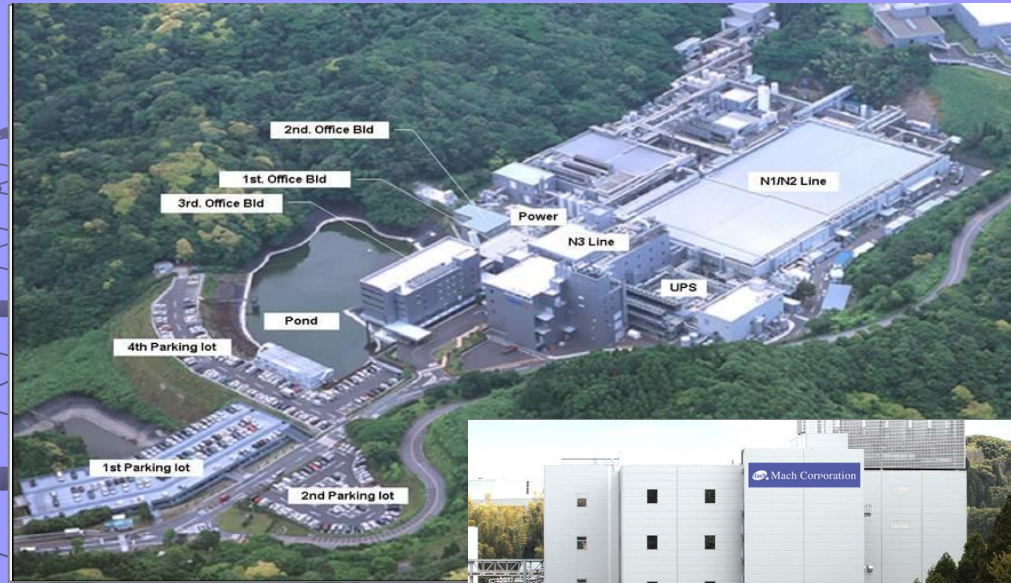


3. 請負開発

ソフト開発 (FW)

ハード開発 (HW)

「組み込み系ソフト」がメインのシステム開発部が、顧客対応(車載・通信)を行っております。



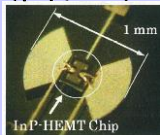
4. 研究・開発

国立の研究所や大学と、次世代の半導体や次世代レーダー等の研究・開発を行っております。

次世代レーダー



スマホ



次世代LSI



スマホで自動運転



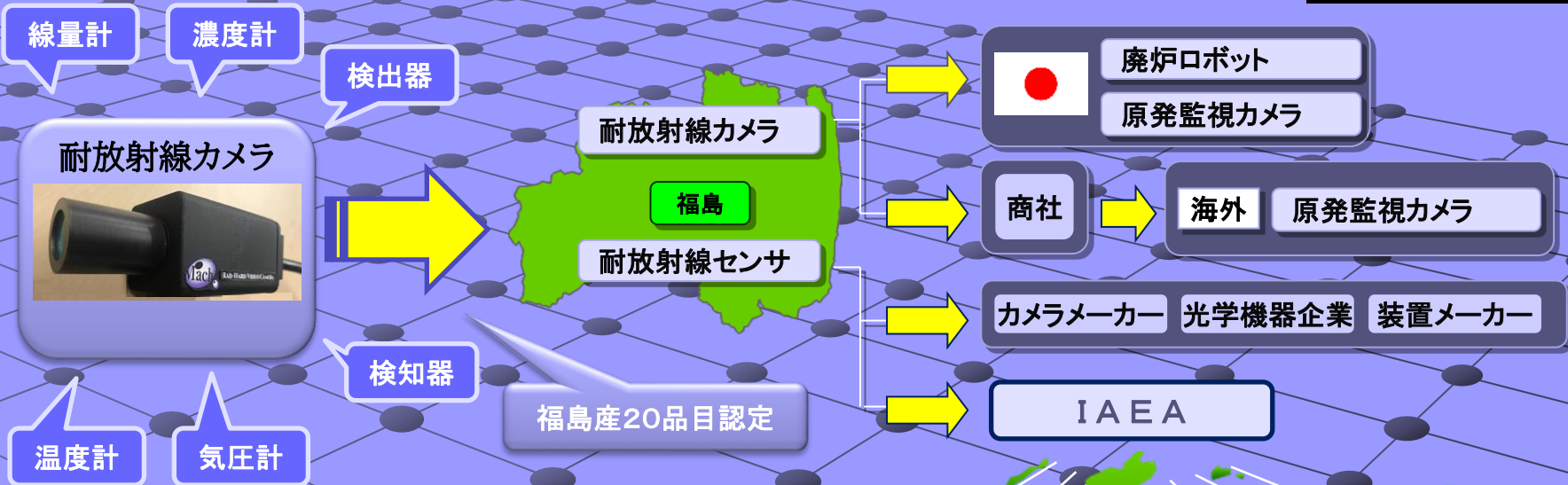
MACH CORPORATION
Artificial satellite unit

- 1984年05月 N・M・B セミコンダクター(ミネベア半導体)を設立
- 1985年05月 256K DRAM 試作～量産開始
- 1989年08月 株式を店頭登録
- 2001年11月 ユー・エム・シー・ジャパン株式会社に社名変更
- 2002年06月 0.18um フラッシュメモリ 量産開始
- 2013年11月 マツハコーポレーション社と合併
- 2015年08月 館山工場を売却し、ファブレス体制で再スタート
- 2015年11月 JAXAと耐放射線カメラ共同開発の契約を提携
- 2020年02月 耐放射線カメラのサンプル出荷開始



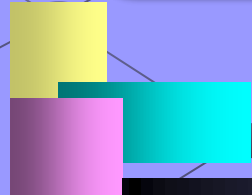
4. Beyond 5G 見据えた展望

4-1. 耐放射線カメラ



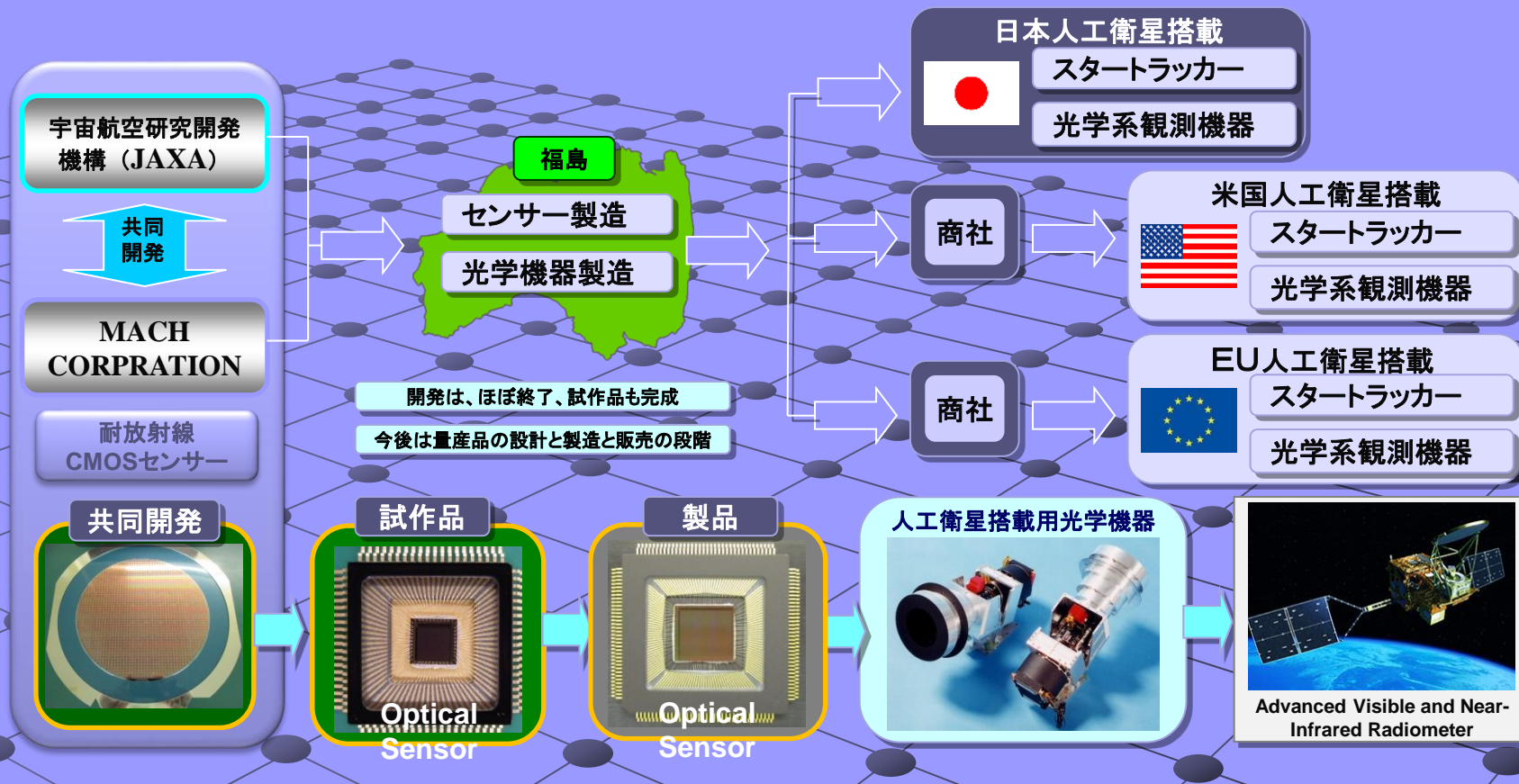
耐放射線カメラに各種センサーを取り付け、原子炉の炉心の遠隔監視システムを構築します。

最終的には、二度と原子力事故が起こらない、「原子炉安全監視システム」として、福島から世界への出荷を目指しております。





4-2 人工衛星搭載機器



当初は、「人工衛星搭載用ナビカメラ」を福島から、世界へ供給する計画ですが、人工衛星は、地上の通信がダウンした時に、バックアップとして使えますので、やがては、人工衛星を利用した高速通信の実現を計画しております。

END



今後のスケジュール

会合		開催日時（基本）
白書分科会（ビジョン作業班と技術作業班の合同開催）		毎月1回 第4火曜日 15時-18時
ビジョン作業班	2030年社会検討ワークショップ	毎月1回 第2火曜日 15時-18時
		毎月1回 第4火曜日 15時-18時の一部※
技術作業班		毎月1回 第4火曜日 15時-18時の一部※

（※）白書分科会と合同開催

—— 10月までの開催予定 ——

第4回白書分科会 : 7月27日(火) 15:00-18:00 (第5回ビジョン作業班/第5回技術作業班 合同開催)

第6回ビジョン作業班 (2030年社会検討ワークショップ) : 8月3日(火) 15:00-18:00

第5回白書分科会 : 8月24日(火) 15:00-18:00 (第7回ビジョン作業班/第6回技術作業班 合同開催)

第8回ビジョン作業班 (2030年社会検討ワークショップ) : 9月14日(火) 15:00-18:00 (←本日)

第6回白書分科会 : 9月28日(火) 15:00-18:00 (第9回ビジョン作業班/第7回技術作業班 合同開催)

第10回ビジョン作業班 (2030年社会検討ワークショップ) : 10月12日(火) 15:00-18:00

第7回白書分科会 : 10月26日(火) 15:00-18:00 (第11回ビジョン作業班/第8回技術作業班 合同開催)