

- ・第5期科学技術基本計画で特定した今後「超スマート社会」を目指す上で重要な基盤技術について構成員にヒアリングし、技術分野を戦略的に強化していくための提案として整理した。今後はヒアリングで得られた内容に基づいて戦略的に各技術の検討を進めていく。
- ・構成員からのご意見は大きく3つに分類できた。「重点化に関するご意見」、「融合領域の設定に関するご意見」、「強化の方策に関するご意見」の3分類である。
- ・システム基盤技術検討会の構成員の専門外の領域もあるため（素材・ナノテクノロジー等）、他戦協と連携し総合戦略に反映予定。※当該領域を精緻にヒアリングしたものではない

例) サイバーセキュリティ

重点化に関するご意見	融合領域の設定に関するご意見	強化の方策に関するご意見
<ul style="list-style-type: none"> ・個人情報のある安全な活用技術 ・攻撃検知技術 ・サイバー攻撃への対処技術、業務継続技術 ・トレーサビリティ技術 ・真正性（トラスト）をリアルタイムに認証する技術 ・セキュリティ品質評価・向上技術 ・機器認証技術 ・認証連携技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・セキュリティ分析にA Iを組み込んだ、自動分析技術 ・サイバーにおけるセキュリティと実空間におけるセーフティの両立を図ることが重要であり、両者を一体的に検討することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存技術のたな卸しを行い、東京オリンピック・パラリンピックを題材としてセキュリティ対策を実装し、継続できる体制を確立 ・人材育成施策 ・サイバー攻撃の状況を観察/分析する体制の確立

基盤技術の強化

#	基本計画にて特定した技術分野	具体的な技術例	重点化に関するご意見	融合領域の設定に関するご意見	強化の方策に関するご意見
1	サイバーセキュリティ技術	<ul style="list-style-type: none"> 暗号技術 認証技術 匿名化技術 ディジタル・フォレンジック技術 セキュリティ評価技術 リスク管理技術など 	<ul style="list-style-type: none"> 個人情報の安全な活用技術 攻撃検知技術 サイバー攻撃への対処技術、業務継続技術 トレーサビリティ技術 真正性(トラスト)をリアルタイムに認証する技術 セキュリティ品質評価・向上技術 機器認証技術 認証連携技術 	<ul style="list-style-type: none"> セキュリティ分析にAIを組み込んだ、自動分析技術 サイバーにおけるセキュリティと実空間におけるセーフティの両立を図ることが重要であり、両者を一体的に検討することが必要 	<ul style="list-style-type: none"> 既存技術のたな卸しを行い、東京オリンピック・パラリンピックを題材としてセキュリティ対策を充実し、継続できる体制を確立 人材育成施策 サイバー攻撃の状況を観察/分析する体制の確立
2	IoTシステム構築技術	<ul style="list-style-type: none"> システム統合技術 シミュレーション技術 遠隔操作技術 仮想化技術など 	<ul style="list-style-type: none"> システム構築の生産性や安全性を高める技術 遠隔操作技術 エミュレーション技術 仮想化技術 システム統合技術 システムアーキテクチャ設計技術 ソフトウェア配信技術・更新技術 プラグラブルアーキテクチャ技術 インタフェース構成技術 	<ul style="list-style-type: none"> デバイス技術開発とシステム化技術の連携 	<ul style="list-style-type: none"> 東京オリンピック・パラリンピックを題材として、既存のプラットフォームのうち連携して、プラットフォーム構築を具体的に進める。
3	ビッグデータ解析技術	<ul style="list-style-type: none"> データ統合技術 分散処理技術 データマイニング技術 分散データベース技術など 	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイム可視化技術 少ないデータからでも価値を見出す技術 分散型インメモリーデータベース技術 多元データ利活用技術 データ統合・分析技術 センサ情報提示技術 因果推定技術 	<ul style="list-style-type: none"> ディープラーニング(DL)の抜本的な高速化を実現するイジングマシンや次世代NN技術 データの改ざん防止、データ素性確保などのビッグデータの署名技術やstorage証明技術、ビッグデータへのアクセス制御技術といったセキュリティ技術との融合 	<ul style="list-style-type: none"> 既存学術DBや、地方自治体保有のDBとの異種連携が可能なものを見出し、地方ニーズに応えられるプラットフォームを構築すべき。 社会ニーズ・社会的課題を捉え、かつ社会実装を睨んだ技術開発を進めることが重要。
4	AI技術	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習技術 ディープラーニング 自然言語処理技術 知識処理技術など 	<ul style="list-style-type: none"> 人間の判断を支援する技術 情緒、感性、価値観に関する脳科学に近い部分を意識した人工知能技術 複数方式を連携させる統合型AI技術 低処理負荷の人工知能技術 言語化・知識化技術 高性能言語解析・深い意味解析技術 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の技術分野や産業領域に跨った融合 	<ul style="list-style-type: none"> 人間にとっては簡単でAIにとっては困難な課題に取り組むことが必要。 ブラックボックス型技術とホワイトボックス型技術のバランス 人材育成施策 社会ニーズ・社会的課題を捉え、かつ社会実装を睨んだ技術開発を進めることが重要。
5	デバイス技術	<ul style="list-style-type: none"> 3Dプリンター技術 省電力半導体技術 ミリ波デバイス技術など 	<ul style="list-style-type: none"> 3Dプリンター技術 超低消費電力技術 無線電力伝送技術 ミリ波・マイクロ波デバイス技術 新たなデバイス製造プロセス技術 超小型高速伝送インターフェース技術 	<ul style="list-style-type: none"> 動作状態や寿命を自己診断するインテリジェントデバイス技術 	
6	ネットワーク技術	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク仮想化技術 5G技術 光通信技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク仮想化技術 高効率電力利用技術 高精度測位技術 無線ネットワーク技術 次世代光ネットワーク技術 情報指向ネットワーク技術 ネットワークスライス制御技術 空間多重フォトニックノード基盤技術 無線アクセスの高収容化技術 		
7	エッジコンピューティング	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイムデータベース技術 プロセッサ高速化技術 分散処理技術など 	<ul style="list-style-type: none"> 高速アルゴリズム技術 プロセッサ高速化技術 ストリーミング処理技術 リアルタイム認識技術 自律分散システム技術 エッジサーバー間ハンドオーバー技術 ソフトウェア分散配置・管理技術 	<ul style="list-style-type: none"> 分散型の機械学習技術(AIとの融合) 	

超スマート社会サイバーストラットフォーム基盤技術

基盤技術の強化

#	基本計画にて特定した技術分野	具体的な技術例	重点化に関するご意見	融合領域の設定に関するご意見	強化の方策に関するご意見
8	ロボット技術	<ul style="list-style-type: none"> ・マニピュレーション技術 ・自動識別技術 ・視覚融合技術 ・協調制御技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・統制御技術 ・協調制御技術 ・安全評価技術 ・周囲環境認識技術 ・マニピュレーション技術 ・スーパー・ヒューマンセンシング(over1kHz視覚, 超多チャンネル聴覚など)の活用技術 		<ul style="list-style-type: none"> ・適用分野の特定 ・安全評価の国際標準化 ・安全基準の国際的先導 ・社会ニーズ・社会的課題を捉え、かつ社会実装を睨んだ技術開発を進めることが重要。
9	センサー技術	<ul style="list-style-type: none"> ・小型化技術 ・省電力化技術 ・イメージセンサー技術 ・バイオセンサー技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・情動センシング技術 ・五感情報のデジタル化技術 ・高精度イメージセンサー技術 ・周囲環境認識技術 ・超高感度センサー技術 ・センサーモジュールの遠隔監視・リモート保守のための技術 ・メンテナンスフリー化技術 ・トレーサビリティセンシング(産地偽装、遺伝子組み換え汚染、品質保持期限)技術 ・ゲートウェイ技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギーハーベスティング技術とセンサー技術の融合 	
10	アクチュエータ技術	<ul style="list-style-type: none"> ・パワー半導体技術 ・マニピュレーション技術 ・信頼性設計技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフトアクチュエータ技術 ・計測と制御の技術(微細マニピュレーション技術) ・信頼性評価技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・アクチュエータを知能化する技術 	
11	バイオテクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子解析技術 ・バイオインターフェース技術 ・遺伝子組み換え技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子組み換え技術 ・バイオインフォマティクス 		<ul style="list-style-type: none"> ・GMOに対する社会受容性の向上施策 ・生体認証のプラットフォーム化
12	ヒューマンインタフェース技術	<ul style="list-style-type: none"> ・AR技術 ・応用脳科学 ・ウェアラブルデバイス技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・高臨場インターフェース技術 ・人間の思考や判断をサイバー空間に表現する技術 ・自動で最適なI/Fがカスタマイズされる技術 ・シームレスに継続される技術 ・高齢者や障がい者が受け入れやすい自然で違和感のないウェアラブルデバイス技術、インタフェース技術(知覚、力覚) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒューマンインタラクション技術とAI技術との融合や連携 ・multiRoboto-multiHuman環境下におけるインタラクション制御技術 	
13	素材・ナノテクノロジー	<ul style="list-style-type: none"> ・マテリアルインフォマティクス ・グリーンナノテクノロジー ・マテリアルインテグレーション ・触媒技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ソフトマテリアル技術 ・マテリアルインテグレーション技術 ・シミュレーション技術 ・多様な素材で製造された製品に含まれるプラスチックの高精度識別・選別技術 ・ナノマテリアル・触媒技術 ・ヘテロジニアス技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・生分解性材料技術/マイクロプラスチック分解菌増殖などのバイオ技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・マテリアルデータベースの構築
14	光・量子技術	<ul style="list-style-type: none"> ・レーザー加工技術 ・光デバイス技術 ・量子コンピューター技術など 	<ul style="list-style-type: none"> ・量子コンピューティング技術 ・光を小型で扱いやすくする技術 ・フォトニックレーザー光源技術 ・超低消費電力で動作する全光演算素子の高集積化技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・光技術と電気信号処理技術を融合した大容量データ伝送技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・要素技術開発の方向性を定めることのできる研究者の育成

全ての技術分野共通的なご意見

- ①技術体系を俯瞰した日本の立ち位置と技術レベルを明確化し、強化方針に反映する。
- ②第5期で国が集中すべき領域と民間企業が担うべき領域をしっかりと識別する。
- ③第5期で創出される技術がイノベティブな製品システムとなって上市されまでの事業化プロセス、およびこの成果が雇用と経済成長に結びつけるメカニズムを関係者間で事前に設計・共有する。

基盤技術の強化：サイバー空間における技術

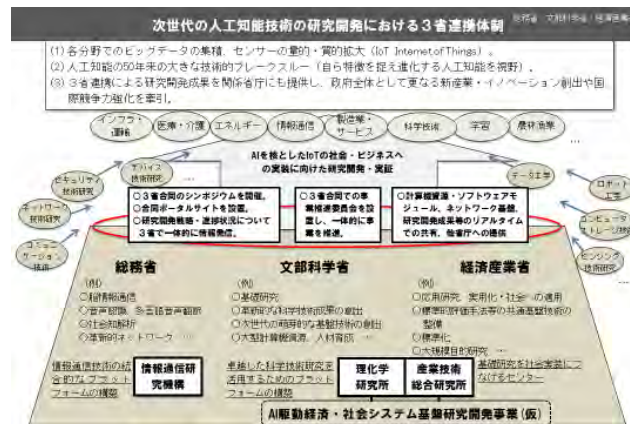
- ・サイバー空間における情報の流通・処理・蓄積に関する技術の強化の方向性については、技術の俯瞰や構成員のヒアリングを通して、以下の通りまとめた。
- ・また、基盤技術を支える横断的な科学技術として数理科学が挙げられるとともに、例えば、ビッグデータ技術の社会実装においては、データサイエンティストの育成も重要である。

- 「**サイバーセキュリティ技術**」については、設計から廃棄までのライフサイクルが長いことから、脆弱性対処や暗号化強度が重要となる。また、膨大なIoT機器を中央集権的に一括管理する方式では、コストがかかり、システム全体としてのセキュリティが確保できない場合がある。セキュアな通信を低コストに実現する方式策定も課題となる。
- 「**IoTシステム構築技術**」については、大規模システムを運用しつつシステム更改可能なアーキテクチャや、新旧IoT機器が接続されることを鑑みて、機能をエッジやサーバ側に持たせる仮想技術が重要となる。
- 「**ビッグデータ解析技術**」については、非構造データを含む多種多様で大規模なデータから知識・価値を導出する処理技術に加え、処理の高速化（リアルタイム化）に向けた研究開発が必要である。
- 「**AI技術**」については、探索型AI、知識型AI、計測型AI、統合型AI等、全体を俯瞰して研究開発を進めるべきである。
- 「**デバイス技術**」については、大規模データの高速・リアルタイム処理を超小型・超低消費電力で実現するための技術開発が重要である。
- 「**ネットワーク技術**」については、ネットワーク仮想化技術を促進する必要がある。また、膨大なIoT機器が無線通信することが想定されるため、無線アクセスの高収容化技術の確立も課題である。
- 「**エッジコンピューティング**」については、リアルタイム処理の高速化に向け、分散処理技術構築の推進やGW等の端末装置のセキュリティ確保および確保されないことにも配慮したアーキテクチャが重要となる。

基盤技術の強化：A I 技術

- 基盤技術の強化策を構成員にヒアリングし、特に「A I 技術」は他の技術領域にも跨る重要な技術との認識であったことや、3省（総務省、文部科学省、経済産業省）連携のもと進めていく重要な研究領域であり、システム基盤技術検討会でも3省のプレゼンテーションをもとに議論した。

- 特に、人工知能については、その活用により人々の生活、産業構造、雇用の在り方など社会がどのように変わっていくのかを検討して人工知能の積極的な活用に対する**社会受容性を醸成しつつ、研究開発から社会実装まで取り組むことが重要**である。
- 人工知能の研究開発については、海外との競争の中で研究成果を挙げていくために、**各省の施策を連携させて産業界、学术界とともに一体となり取り組むべき研究領域を整理し集中すべき**である。また、**組織のトップがリーダーシップを発揮できるような推進体制を構築することが重要**である。



第四回システム基盤技術検討会 文部科学省プレゼン資料より抜粋



第二回システム基盤技術検討会 経済産業省プレゼン資料より抜粋

基盤技術の強化：現実空間で機能する技術

- ・現実空間で機能する技術の強化の方向性については、技術俯瞰や構成員のヒアリングを通して、以下の通りまとめた。
 - ・なお、技術開発にあたっては、超スマート社会サービスプラットフォーム構築という目的に即し、各種デバイスに求められる機能や性能と最新の材料・デバイス技術に関する情報をシステム開発側、材料開発側の双方が共有した上で、基盤技術開発を推進することが重要である。
- 「**ロボット技術**」については、コミュニケーション、福祉・作業支援、ものづくり等様々な分野での活用が期待でき、我が国が率先して安全評価の国際標準化に取り組むことや、その安全基準を国際的に先導していく役割を担う等、国際貢献を意識して取り組むことが重要である。
 - 「**センサ技術**」については、様々な情報取得に加え、遠隔監視や機能のアップデートを遠隔実施する技術の高度化にも取り組むべきである。
 - 「**アクチュエータ技術**」については、機構・駆動・制御に関する信頼性評価技術やアクチュエータを智能化するAI研究との融合等についても基礎研究を進めるべきである。
 - 「**バイオテクノロジー**」については、バイオセンサ、生体適合界面デバイス、バイオアクチュエータ等の開発を推進するとともに、バイオテクノロジー等の基礎研究に取り組むことが重要である。
 - 「**ヒューマンインターフェース技術**」については、拡張現実や感性工学、脳科学等に加え、個々のデバイスや技術の進展を鑑み、ロボットに代表される知的機械と人間が共生するために、人間と同等なのか道具なのか、といった社会的受容の相違などの研究も重要となる。
 - 「**素材・ナノテクノロジー**」については、エネルギー、インフラ、健康医療等を支える革新的構造材料、機能性材料の開発を推進し、それらを適用したコンポーネントの高度化を進めることが重要である。
 - 「**光・量子技術**」については、基礎・応用研究を推進し、光・量子技術を活用することで、計測技術、情報・エネルギー伝達技術、加工技術の一層の高度化を図ることが重要である。

- ・システム基盤技術検討会で議論した内容を論点とりまとめとして整理したが、いくつかの項目については今後も超スマート社会サービスプラットフォームの構築に向け議論していく点があることから、最後にその重要な2点について、次年度の検討課題として挙げる。

●システム間連携協調の仕組み

⇒日本の産業競争力向上を目的とした独自のリファレンスモデルの定義（必要性も含め議論）

●システム間連携協調の構築促進

⇒超スマート社会サービスプラットフォーム社会実装に向けたSIP施策横断的取組の具体化

システム基盤技術検討会構成員

[構成員]

座長	相田 仁	東京大学大学院 工学系研究科 教授
	新井 紀子	国立情報学研究所 教授・社会共有知研究センター長
	岩野 和生	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 システム・情報科学技術ユニット 上席フェロー
	江崎 浩	東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授
	小川 紘一	東京大学 政策ビジョン研究センター シニアリサーチャー
	桑名 栄二	日本電信電話株式会社 常務理事・NTT先端技術総合研究所 所長
	佐々木 繁	株式会社富士通研究所 常務取締役
	島田 啓一郎	一般社団法人 電子情報技術産業協会 技術戦略委員会 委員長 ／ソニー株式会社 業務執行役員 S V P
	高原 勇	トヨタ自動車株式会社 技術統括部 担当部長 ／筑波大学大学院 システム情報系社会工学域 客員教授
	田中 克二	産業競争力懇談会実行委員会企画小委員会 ／株式会社三菱ケミカルホールディングス R & D戦略室 シナジーグループ グループマネジャー
副座長	田中 健一	三菱電機株式会社 開発本部 役員技監
	土井 美和子	国立研究開発法人情報通信研究機構 監事
	西 直樹	日本電気株式会社 中央研究所 主席技術主幹
	松原 仁	公立はこだて未来大学 システム情報科学部 教授
	山足 公也	株式会社日立製作所 研究開発グループ テクノロジーイノベーション統括本部 副統括本部長 横浜研究所 所長

[内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (S I P)]

後藤 厚宏	「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」プログラムディレクター ／情報セキュリティ大学院大学 情報セキュリティ研究科長 教授
手塚 悟	「重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」サブプログラムディレクター ／東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授