

計測・制御・システム工学部会ロードマップ（2023.4.25改訂）

年度	世界鉄鋼生産	技術レベル	部会活動の課題	技術的ニーズ		
				計測分野	制御分野	システム分野
2005	急拡大期	技術維持・優位性	<ul style="list-style-type: none"> ・先進課題の出現 CO2削減、廉価原料の使用 レアメタル削減、新商品差別化 プロセス造込み、課題変化迅速対応 	<ul style="list-style-type: none"> 経年設備の災害事故や設備延命による投資コスト抑制のための設備・構造部材の安全性および余寿命診断 	<ul style="list-style-type: none"> 非線形性を考慮したモデル予測制御 設備能力の最大発揮技術 製造プロセスのばらつきのモデル化と制御による製品品質のばらつきをなくすための制御技術 オペレータ操業支援技術 	<ul style="list-style-type: none"> 人間中心的なシステム構築技術 少数熟練者の活用 非熟練者の熟練化促進
2010	調整期		<ul style="list-style-type: none"> ・先進課題対応 上工程センシング 特性計測 ばらつきレス化 品質制御 システム間連携 システム柔軟化 ・大量データの活用拡大: 計測、制御、システムに跨る統合技術実現 ・さらなる多種データ活用と人とシステムの協働、持続的な 			
2015	新興拡大期	<ul style="list-style-type: none"> ・さらなる多種データ活用と人とシステムの協働、持続的な 価値創造 (IoT活用等大量計測データ、 ・他部門との連携によるプロセス知と計測・制御・システム技術との融合 	<ul style="list-style-type: none"> 大量データの活用拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 若年者比率増加による技能レベル低下を補う賢い制御システム、シェアードコントロール、オペレータと機械(人とシステム)の協調制御実現 	<ul style="list-style-type: none"> 大量データの活用拡大 	
2020	先進技術による差別化					<ul style="list-style-type: none"> スマート製鉄所の実現: ・高度な自動化、機械化 ・一貫全体最適化製鉄所 ・適応・進化型人工知能
2025	グローバル対応生産	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能な製鉄所の実現: ・環境調和に資する技術 ・革新的な一貫製造プロセス技術 	<ul style="list-style-type: none"> さらなる高機能・高性能製品開発の為に大量データオンライン計測と材質、プロセスシミュレーションとの融合 	<ul style="list-style-type: none"> 革新的製品特性を実現するための全工程一貫製造プロセス制御 	<ul style="list-style-type: none"> カーボンニュートラル製鉄プロセスにおける生産管理・操業支援システム 	
2030	カーボンニュートラル社会実現					<ul style="list-style-type: none"> 持続可能かつカーボンニュートラルを実現する製鉄プロセスのための計測・制御・システム技術
2040	革新的技術開発					
2050						

赤字: 既に取り組みの課題、青字: 今後取組予定の課題

計測分野ロードマップ

年度	技術的ニーズ	部会を中心とした研究課題(時系列展開)	シーズ技術動向(予測)
2005	経年設備の災害事故や設備延命による投資コスト抑制のための設備・構造部材の安全性および余寿命診	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">設備安全性センシング技術の高度化 (研究会'06~'09)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">鉄鋼設備の高度保全技術開発</div>	<p>センサ・デバイスの高性能化、小型化(アレイ化)</p> <p>イメージング技術、画像処理技術の高度化</p>
2010		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ワイヤレスセンサネットワークの鉄鋼応用 (研究会'12~'14)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">悪環境下での計測技術基盤</div>	<p>マイクロ波・ミリ波デバイスの高性能化</p> <p>情報通信インフラ充実化と多元計測・情報融合大量計測データの高度活用</p>
2015	鉄源多様化、原料利用効率化に伴う上工程のプロセス制御高度化のための悪環境での高精細・高精度分布計測	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">適応的エリアセンシング手法を用いた知能化設備異常診断 (研究会'16~'18)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">設備モニタリングの高度自動化</div>	<p>深層学習DLによるコンピュータの認識精度向上</p> <p>耐環境型センサーセンサーネットワークの進化</p>
2020	大量データの活用拡大	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">「製鉄プロセスを安定化する内部分布計測技術」(研究会'23~'25)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">製鉄プロセスの内部状態のセンシング手法の創出</div>	<p>身の回り・非設備環境へのセンシング技術の展開</p> <p>極限環境のセンシン</p>
2025	国内労働者人口減少に対応するための熟練技能代替自動化技術、作業支援技術	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">至近で取り組むべき課題 【B】【C】【E】</div> <ul style="list-style-type: none"> ・熟練技能代替技術実現および作業支援(官能検査、行動モニタリングのためのIoT技術・AIと融合した計測技術) ・製品製造のトレーサビリティ向上 ・高温、高粉塵など悪環境下での安定計測・分析技術 	<p>センサデバイスの多機能化、高度化、小型化</p> <p>ソフトセンサー センサーフュージョン 生成AI 説明可能AI</p>
2030	さらなる高機能・高性能製品開発の為に大量データオンライン計測と材質、プロセスシミュレーションとの融合	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">将来開発が必要な課題 【B】【C】</div> <ul style="list-style-type: none"> ・プロセス高度化によるさらなる温室効果ガス排出抑制 ・多様化(電炉化、新還元プロセス、材料変化など)することで発生する外乱リスク回避のための安定計測・分析技術 	
2040		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">持続可能な高効率製鉄所の実現</div>	
2050		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">持続可能な高効率製鉄所の実現</div>	

A: ナショプロ相当課題
 B: 研究会対応課題
 C: フォーラム重点課題
 D: 各企業内対応課題
 E: 他分野との連携課題

制御分野ロードマップ

	技術的ニーズ	部会を中心とした研究課題(時系列展開)	シーズ技術・業界動向
2005	非線形性を考慮したモデル予測制御 設備能力の最大発揮技術	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">オンライン最適化を核とした次世代鉄鋼プロセス制御 (研究会 '05~'09)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 150px;">論理と物理を融合したモデルの制御理論</div>	非線形モデル予測制御 ハイブリッドシステム理論
2010	製造プロセスのばらつきのモデル化と制御による製品品質のばらつきをなくすための制御技術	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">非正常操業における制御最適化技術</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ばらつきのない製造を実現する大量データ活用型モデルベース制御技術 (研究会'09~'13)</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 150px;">ばらつきを掌中に収める予測・制御アルゴリズム</div>	ベイジアンネットワーク 多変量統計プロセス制御 アンサンブル予測
2015	オペレータ操作支援技術 大量データの活用拡大 (スパースモデリング マルチエージェント制御 データ駆動制御、機械学習)	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ばらつきの制御による製品品質高度化技術</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">適応的エリアセンシング手法を用いた知能化設備異常診断 (研究会'16~'18)</div>	ロボットと人が協調するための
2020	若年者比率増加による技能レベル低下を補う賢い制御システム、シェアードコントロール、オペレータ	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">高能率・安定圧延を実現する人とシステムのシェアードコントロール (研究会'18~'20)</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	ネットワークセンシングと協調した大規模システム制御理論 マルチエージェントシステムの制御の理論 データ駆動制御の理論
2030	労働人口減少に対応するプロセスの自動化、省力 CO ₂ 排出量削減に貢献する鉄鋼プロセス制御技術	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 研究項目【B】【C】 自動化、省力化に寄与する技術開発 ・データを直接用いた既設制御系の性能解析と再調整 ・プロセス自動化のためのモデル化技術、制御技術 ・ネットワークデータを活用したマルチエージェント系としての大規模システムの制御 ・鉄鋼プロセスのためのサイバー空間の信頼性・ロバスト性評価 CO₂ 排出削減に寄与する技術開発 ・CO₂ 削減のための製鉄所エネルギー制御 革新的製品特性に寄与する技術開発 ・ビッグデータ活用やスパースモデリングに基づく品質を決定づける要因の解析と制御 </div>	ビッグデータ活用 スパースモデリング 機械学習 要因解析 シェアードコントロール 強化学習 Explainable AI
2040	革新的製品特性を実現するための全工程一貫製造プロセス制御		ラボオートメーション 大規模自然言語処理 量子コンピュータ
2050	カーボンニュートラルを実現する製鉄プロセスのた	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">・上工程における操業ノウハウのモデリングと性状安定化制御</div>	A: ナショプロ相当課題 B: 研究会対応課題 C: フォーラム重点課題 D: 各企業内対応課題 E: 他分野との連携課題

システム分野ロードマップ

	技術的ニーズ	部会を中心とした研究課題(時系列展開)	シーズ技術・業界動向
2005	人間中心的なシステム構築技術 少数熟練者の活用 非熟練者の熟練化促進	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> エージェント技術による製鉄所「現場力」の維持発展 (研究会 '07~'10) </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px; display: inline-block;"> 人とシステムの協調 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 人間中心的熟練化システム技術 </div>	コビキタス社会 2007年問題
2010	非熟練者の熟練化定着 人とシステムの信頼構築のための方法論	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 「ゆらぎ」への耐性を実現するための人・システム共創型リスクマネジメント (震災復興アクションプラン '12~'14) </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 人とシステムの「協調」から、人を「育てる」システムへの進化 </div>	サービスサイエンス クラウドコンピューティング レジリエンスエンジニアリング
2015	大量データの活用拡大	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> レジリエントな組織、システムの実現を支援する人間・機械協調型システム </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 適応的エリアセンシング手法を用いた知能化設備異常診断(部会合同研究会 '16~'18) ・データ学習技術とシステム化:巡回監視からオンラインセンシングによる連続監視 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	参加型設計 機械学習(深層学習等) 確率的最適化・進化計算 複雑適応系 知の共有と組織化 知識フィルタリング 進化するシステムの実現
2020	人とシステムの協働・協調 持続可能な価値創造 非正常対応支援とレジリエン	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 安定的で持続可能な価値を創造するシステム技術 ・熟練者がシステムを育てる, 熟練者をシステムが育てる, システム自身が適応・進化する ・環境変動・市場ニーズに自律的に適用可能なレジリエントな生産管理システム </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 攻めの操業を支えるシステムレジリエンス(研究会 '20~'22) ・安定逸脱系のメカニズムモデル, 破綻の未然防止を支援するシステムレジリエンス技術 </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	環境調和 持続可能
2030	カーボンニュートラル製鉄プロセスにおける生産管理・操	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> 研究項目【B】【C】 新たな状況への対応能力の獲得 ・人と協調するシステム: 大量データと、人間の判断、行動情報を統合した認識、判断、行動、学習サイクルの支援システム, Human-In-The-Loop ・非正常事象に対応するためのレジリエントな生産管理、操業支援技術の開発 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> 研究項目【B】【C】【E】 カーボンニュートラル生産システムの基礎技術 ・環境変動・市場ニーズに適應する強靱な生産管理システム(ベース技術) ・原料(CF水素・電力含む)調達~生産(素材)~メーカー(最終製品)~リサイクル/廃棄の環境調和型生産管理、操業支援システム </div> </div> <div style="text-align: center;">↓</div>	
2040	気候変動や資源の不足・遍在に自律的に適應する生産管理・操業支援システム	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 環境調和・産業共生のための完全資源循環型(Cradle-to-Cradle)製鉄所の実現 ・ヒト中心型鉄鋼エコシステムのメカニズムとそのモデル ・CCS/CCU完全統合の鉄鋼ライフサイクルの評価と運用(←高炉水素還元・大量CF水素のサブライ) ・サイバーフィジカル製鉄所 </div>	A: ナショプロ相当課題 B: 研究会対応課題 C: フォーラム重点課題 D: 各企業内対応課題 E: 他分野との連携課題
2050	超革新製鋼プロセスを支えるシステム諸技術	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 大量CF水素の安定的なライフサイクルシステムの構築 月面製鉄所に最適なロジスティクス・生産管理・操業支援のシステム技術 </div>	