

目 次

エグゼクティブサマリー

1. 目的と構成	1
1.1 「研究開発の俯瞰報告書」作成の目的	1
1.2 俯瞰対象分野設定	1
1.3 構成	1
2. 俯瞰対象分野の全体像	3
2.1 分野の範囲と構造	3
2.1.1 分野の範囲	3
2.1.2 俯瞰の枠組	3
2.1.3 研究開発領域	4
2.2 分野の歴史、現状及び今後の方向性	6
2.2.1 分野の歴史	6
2.2.2 分野の現状 ～社会とのかかわりを深める IT～	8
2.2.3 分野を取り巻く環境変化と IT のチャレンジ	10
2.2.4 我が国の課題と分野の方向性	11
(1) ビッグデータ	15
(2) GPS/IoT	16
(3) 知のコンピューティング	17
(4) セキュリティー	18
2.2.5 諸外国・地域における研究ビジョンや戦略	19
(1) 米国	19
(2) 欧州	20
(3) 中国	25
(4) 韓国	26
3. 研究開発領域	29
3.1 基礎理論	29
3.1.1 情報理論	33
3.1.2 暗号理論	41
3.1.3 離散構造と組合せ論	47
3.1.4 計算複雑度理論	53
3.1.5 アルゴリズム理論	59

3.1.6	最適化理論	68
3.1.7	プログラム基礎理論	75
3.1.8	データアナリシス	80
3.2	デバイス・ハードウェア	85
3.2.1	集積回路技術	89
3.2.2	MEMS デバイス技術	95
3.2.3	フォトニクス	101
3.2.4	プリントドエレクトロニクス技術	108
3.2.5	極超低電力 IT 基盤技術	118
3.2.6	量子コンピューティングデバイス	124
3.2.7	メモリーとストレージ	131
3.2.8	アクチュエーター	137
3.2.9	センサー	143
3.2.10	アナログ回路	148
3.2.11	情報処理	154
3.2.12	通信	160
3.2.13	エネルギーハーベストデバイス	171
3.2.14	電源	180
3.3	通信とネットワーク	185
3.3.1	光通信技術	188
3.3.2	無線通信技術	193
3.3.3	ネットワーク・エネルギーマネジメント	199
3.3.4	ネットワーク仮想化技術	208
3.3.5	通信行動と QoE (Quality of Experience)	215
3.3.6	情報ネットワーク科学	220
3.3.7	新たな情報流通基盤	226
3.4	ソフトウェア	232
3.4.1	ソフトウェア工学	234
3.4.2	組込みシステム	240
3.4.3	プログラミングモデルとランタイム	248
3.4.4	システムソフトウェアとミドルウェア	255
3.5	IT アーキテクチャー	261
3.5.1	エンタープライズ・アーキテクチャー	266
3.5.2	ソフトウェア定義型アーキテクチャー	277
3.5.3	クラウドコンピューティング	287
3.5.4	モバイルアーキテクチャー	293
3.5.5	ワークロード特化型アーキテクチャー	303
3.5.6	ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC)	309
3.6	IT メディアとデータマネジメント	318
3.6.1	ビッグデータの統合・管理・分析技術	321

3.6.2	ユーザー生成コンテンツとソーシャルメディア	326
3.6.3	センサーデータ統合検索分析技術	332
3.6.4	時空間データマイニング技術	339
3.6.5	次世代情報検索・推薦技術	345
3.6.6	個人ライフログデータの記録・利活用技術	350
3.7	人工知能	355
3.7.1	探索とゲーム	357
3.7.2	機械学習、深層学習	365
3.7.3	オントロジーとLOD	374
3.7.4	Web インテリジェンス	385
3.7.5	知能ロボティクス	392
3.7.6	統合的人工知能	401
3.7.7	汎用人工知能	408
3.7.8	認知科学	416
3.8	ビジョン・言語処理	423
3.8.1	大規模言語処理に基づく情報分析	425
3.8.2	言語情報処理応用（機械翻訳）	433
3.8.3	言語情報処理応用（音声対話）	438
3.8.4	画像・映像の意味解析	445
3.8.5	言語と映像の統合理解	452
3.9	インタラクション	457
3.9.1	BMI（ブレイン・マシン・インターフェース）	459
3.9.2	人間拡張工学	468
3.9.3	ハプティクス（触覚）	473
3.9.4	ウェアラブルコンピューティング	480
3.9.5	HRI（ヒューマン・ロボット・インタラクション）	489
3.9.6	グラフィックス・ファブリケーション	496
3.10	ビッグデータ	504
3.10.1	ビッグデータ基盤技術	506
3.10.2	ビッグデータ解析技術	513
3.10.3	クラウドソーシング	520
3.10.4	プライバシー保持マイニング技術	525
3.10.5	ITメディア分野におけるビッグデータ	533
3.10.6	ライフサイエンス分野におけるビッグデータ	540
3.10.7	教育とビッグデータ	545
3.10.8	社会インフラとビッグデータ	561
3.10.9	オープンデータ	567
3.10.10	著作権とビッグデータ	571
3.10.11	ビッグデータとプライバシー	578
3.11	CPS/IoT	584

3.11.1	CPS/IoTアーキテクチャー	586
3.11.2	M2M	591
3.11.3	社会システムデザイン	598
3.11.4	CPS/IoTセキュリティ	603
3.11.5	応用と社会インパクト	611
3.11.6	ものづくりとIoT	617
3.12	知のコンピューティング	623
3.12.1	知のメディア	626
3.12.2	知のプラットフォーム	632
3.12.3	知のコミュニティー	638
3.13	セキュリティ	644
3.13.1	次世代暗号技術	648
3.13.2	ITシステムのためのリスクマネジメント技術	654
3.13.3	要素別セキュリティ技術	661
3.13.4	認証・ID連携技術	668
3.13.5	サイバー攻撃の検知・防御次世代技術	673
3.13.6	プライバシー情報の保護と利活用	678
3.13.7	デジタル・フォレンジック技術	688
(付録1)	専門用語解説	694
(付録2)	検討の経緯	704
(付録3)	執筆協力者一覧	710
(付録4)	索引	714
(付録5)	研究開発の俯瞰報告書（2015年） 全分野で対象としている研究開発領域一覧	720
謝辞		734