

目次

総論 太陽エネルギー利用の可能性と技術課題

玉浦 裕

1 はじめに	3	6 太陽エネルギー利用とコスト低下を誘引するプロジェクトの創生	6
2 サンベルトの太陽エネルギー開発技術	3	7 日本のエネルギー政策と科学技術	8
3 日本の太陽エネルギー開発技術	4	8 再生可能エネルギーの普及に資する新規技術(資源エネルギー庁平成18年5月中旬報告案)	9
4 太陽エネルギーの利用形態と技術開発	5	9 おわりに	10
5 日本の大規模PV発電と電力ネットワーク技術	6		

第1編 太陽光発電技術

第1章 結晶系シリコン太陽電池の開発の現状

坂田 功

1 はじめに	15	2 Si中不純物除去の物理化学	36
2 薄膜・薄型結晶シリコン太陽電池の要素技術	17	3 気相法によるSOG-Si製造	41
3 (独産業技術総合研究所における最近の研究成果)	18	4 NEDO 溶融精製法	42
4 おわりに	22	5 Si-Al融液を用いたSiの低温凝固精製法	42
		6 おわりに	45

1 球状シリコン太陽電池の開発

室園 幹夫

1 球状シリコン太陽電池の特徴	24
2 球状シリコン太陽電池の製造技術	25
3 その他の球状シリコン太陽電池	29

2 太陽電池用シリコン精製プロセスの展開とその物理化学

森田 一樹 / 吉川 健

1 はじめに	35
--------	----

3 ワイヤ放電加工技術を利用したシリコンインゴットのスライシング

宇野 義幸 / 岡本 康寛 / 岡田 晃

1 はじめに	47
2 マルチワイヤ放電スライシング装置	48
3 半導体用低抵抗シリコンインゴットのスライシング	52
4 太陽電池用高抵抗シリコンインゴットのスライシング	56
5 今後の展望	58

4 太陽電池用「多結晶シリコン基板」の品質評価法の開発について

田島 道夫／杉本 広紀

- 1 渴望される品質評価技術 61
- 2 PL法による多結晶シリコン基板の品質評価 62
- 3 PLイメージング法の開発 63
- 4 フッ酸水溶液浸法による超高速・高精度化 64
- 5 おわりに 68

5 太陽電池向けシリコンの現状

小田 開行

- 1 シリコン原料の現状 70
- 2 ソーラーグレードシリコンの技術動向 71
- 3 化学的手法のコストダウン 74
- 4 シリコン結晶系太陽電池の将来 77

第2章 薄膜型シリコン太陽電池の開発の現状

増田 淳

- 1 はじめに 80
- 2 高効率化技術 81
- 3 高生産性技術 84
- 4 薄膜シリコン太陽電池の今後の展望 86

1 薄膜シリコンハイブリッド太陽電池

山本 憲治

- 1 はじめに 90
- 2 大面積薄膜シリコンモジュール 91

- 3 おわりに—大面積薄膜シリコンの魅力と今後の課題— 98

2 結晶薄膜シリコン太陽電池の開発と応用

野元 克彦／藤岡 靖

- 1 はじめに 100
- 2 ショートパルスVHFプラズマCVD法によるシリコン結晶薄膜の大面積成膜技術と高効率薄膜太陽電池セルの開発 101
- 3 大面積・高効率結晶薄膜太陽電池セルの電力用モジュール、建材一体型モジュールへの応用 104
- 4 おわりに 111

3 フレキシブルフィルム太陽電池

高野 章弘

- 1 フレキシブルフィルム太陽電池の量産 113
- 2 フレキシブルフィルム太陽電池の構造と製造プロセス 114
- 3 フレキシブルフィルム太陽電池に関する開発技術 115
- 4 おわりに 121

4 セラミック微粒子を用いた光閉じ込め構造を有するアモルファスシリコン太陽電池の開発

毎田 修／岡藤 麻子

- 1 光閉じ込め技術 122
- 2 a-Si:H/裏面電極界面高光閉じ込め構造形成 123
- 3 太陽電池特性 125
- 4 今後の技術展望 128

5 薄膜型シリコン太陽電池の高速・大面積製膜技術

外山 利彦／傍島 靖／岡本 博明

- 1 はじめに 129
- 2 高速製膜技術 130
- 3 大面積製膜技術 136
- 4 おわりに—今後の研究・技術展望—... 139

第3章 化合物系太陽電池の開発の現状—CIGS太陽電池開発の最新動向—

中田 時夫

- 1 はじめに 141
- 2 小面積セル 141
- 3 大面積モジュール 146
- 4 各国企業の動向 147
- 5 おわりに 161

1 高効率CIGS太陽電池の省資源製法

石塚 尚吾

- 1 CIGS 薄膜の作製方法 164
- 2 新しいセレン源を利用したCIGS 薄膜の作製 165
- 3 低温製膜への応用 169
- 4 おわりに 171

2 セレン化／硫化法によるCIS系薄膜太陽電池の量産化

榎屋 勝巳

- 1 CIS系薄膜太陽電池の技術動向—p型CIS系光吸収層作製技術としてセレン化／硫化法を採用した企業の商業化状況— 173

- 2 p型CIS系光吸収層作製技術としてのセレン化／硫化法開発の歴史 175

- 3 セレン化／硫化法による大面積CIS系光吸収層作製技術 178

- 4 おわりに 181

3 CIGS 薄膜太陽電池の高速製造技術

根上 卓之

- 1 蒸着法を用いたCIGS太陽電池の開発 183

- 2 CIGS 薄膜の高速形成 184

- 3 CIGS 薄膜の大面積形成 191

- 4 CIGS太陽電池の高速形成、大面積形成技術の展開 194

4 新材料による化合物薄膜太陽電池

片桐 裕則

- 1 はじめに 196

- 2 CZTS 薄膜とは 197

- 3 スパッタ・硫化法によるCZTS薄膜の作製 199

- 4 CZTS 薄膜の諸特性 200

- 5 更なる高効率化を目指して 203

第4章 有機系太陽電池の開発の現状

荒川 裕則

- 1 はじめに 205

- 2 有機薄膜太陽電池 206

- 3 色素増感太陽電池 209

- 4 おわりに 214

1 無機ナノ構造／有機ハイブリッド型薄膜太陽電池

但馬 敬介

- 1 はじめに…………… 215
- 2 実験…………… 216
- 3 結論…………… 225
- 4 今後の展望…………… 225

2 安定化バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池

上原 赫／吉川 暹

- 1 はじめに…………… 227
- 2 安定化バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の構成と製法…………… 228
- 3 安定化バルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池の光電特性…………… 229
- 4 TiO₂のオプティカルスペーサ効果…………… 232
- 5 TiO₂の挿入による素子の安定化効果…………… 232
- 6 更なる高効率化へのアプローチ…………… 233
- 7 おわりに…………… 236

3 塗布法によるドナー／アクセプタ相互浸透界面の作製と有機薄膜太陽電池

藤井 彰彦

- 1 はじめに…………… 238
- 2 有機ヘテロ接合型とバルクヘテロ接合型…………… 240
- 3 相互浸透型ヘテロ接合の作製と基礎特性…………… 241
- 4 基板加熱蒸着効果…………… 244
- 5 ITO表面の微細加工効果…………… 245
- 6 共蒸着層挿入効果…………… 246

- 7 酸化物半導体層挿入効果…………… 249

- 8 おわりに…………… 251

4 有機薄膜太陽電池製造装置

松本 栄一

- 1 はじめに…………… 253
- 2 有機薄膜太陽電池の構造…………… 253
- 3 有機薄膜太陽電池の製造工程…………… 255
- 4 有機薄膜太陽電池の装置構成…………… 255
- 5 基板の平坦化および洗浄技術…………… 257
- 6 前処理…………… 258
- 7 低分子有機材料の成膜…………… 258
- 8 高分子有機材料の成膜…………… 263
- 9 金属電極材料の成膜…………… 263
- 10 蒸着マスク・パターニング…………… 266
- 11 封止…………… 267
- 12 量産製造装置…………… 268
- 13 おわりに…………… 269

5 プリントブル技術によるプラスチック色素増感太陽電池の開発

宮坂 力／手島 健次郎／瓦家 正英
池上 和志／池田 信之

- 1 色素増感太陽電池の特長と開発動向…………… 271
- 2 プラスチック色素増感太陽電池の集積モジュール…………… 273
- 3 プラスチック基板を活用するいくつかの利点…………… 276
- 4 プラスチック色素増感太陽電池の耐久性…………… 279

5 塗布法による対極の製作と電解液層の固体化 280

6 おわりに 282

6 色素増感太陽電池の高性能化と固体化

早瀬 修二

1 はじめに 284

2 電子パスの作製 284

3 イオンパスの作製 288

4 おわりに 292

7 酸化亜鉛／色素ハイブリッド薄膜の電気化学析出を利用したプラスチック太陽電池の開発

吉田 司

1 はじめに 293

2 色素増感太陽電池の変遷と課題 294

3 酸化亜鉛／色素ハイブリッド薄膜の電解析出 298

4 酸化亜鉛電析膜を用いた太陽電池 300

5 カラフルプラスチック太陽電池の応用と将来展望 303

6 おわりに 305

8 大面積色素増感太陽電池の開発

北村 隆之

1 はじめに 307

2 太陽電池の大面積化 308

3 プリントブルDSC 310

4 大面積DSCの実際 312

5 おわりに 315

9 ポルフィリン類を用いた色素増感太陽電池

今堀 博／梅山 有和

1 はじめに 317

2 ポルフィリンを用いた色素増感太陽電池 318

3 おわりに 323

Topics 1 宇宙太陽光発電システムの開発

篠原 真毅

1 はじめに—宇宙太陽発電所SPS— 325

2 SPSに必要な太陽電池 327

3 SPSに必要なマイクロ波無線電力伝送技術 328

4 地上での無線電力伝送応用システム—SPSへのロードマップ— 332

5 おわりに 333

Topics 2 量子ドット太陽電池の開発

岡田 至崇

1 はじめに 336

2 量子ドット太陽電池の原理 336

3 量子ドット超格子型太陽電池の現状 340

4 おわりに 342

Topics 3 低コストで高性能な薄型太陽光集光パネルの開発

山田 昇

1 はじめに 344

2 LCDバックライト技術と薄型太陽光集光パネル 345

- 3 蛍光体や微細構造による光制御 349
- 4 おわりに 351

Topics 4 リサイクル対応型太陽電池
モジュールの開発

土井 卓也

- 1 はじめに 352
- 2 二重封止型太陽電池モジュールの構造
..... 352
- 3 フィルム材料の検討 354
- 4 単セルモジュールの作成・解体方法
..... 356

- 5 単セルモジュールの回収率および回収容
易性の評価 357
- 6 モジュール構造の光学的特性評価 357
- 7 フィルム素材の探索 359
- 8 多セルモジュールへの拡張 359
- 9 耐候性の評価(9セル) 360
- 10 セル-フィルム界面条件の改善 362
- 11 今後の技術展望 364

第2編 ソーラー水素生産

第1章 ソーラー水素生産の市場性

玉浦 裕

- 1 ソーラー水素とソーラーハイブリッド燃
料 369
- 2 ケースⅡとⅢによるサンベルト開発 .. 371
- 3 当面のソーラー燃料の形態 371
- 4 国内でのソーラー水素生産の市場性の可
能性 372
- 5 ソーラー電解法の課題とソーラー水素生
産 372
- 6 電解法によらないソーラー水素製造法
..... 373

- 2 2つの光触媒を組み合わせた系による水か
らのソーラー水素生成 377
- 3 金属硫化物光触媒による廃硫黄化合物水
溶液からのソーラー水素製造 381
- 4 おわりに 385

② ソーラーハイブリッド燃料生産

玉浦 裕

- 1 はじめに 387
- 2 ソーラーハイブリッド水素・ソーラーハ
イブリッドメタノール生産 388
- 3 集光太陽熱の天然ガス改質反応による
ソーラー水素生産 391
- 4 サンベルト太陽エネルギー時代における
日本のエネルギー安全保障 392
- 5 おわりに 393

第2章 ソーラー水素生産各論

**① 太陽光を使って水から水素を作り出す
光触媒の開発**

佐々木 康吉/工藤 昭彦

- 1 はじめに 375

3	集光太陽熱ソーラー水素生産	玉浦 裕
1	はじめに	396
2	集光太陽熱の化学エネルギー変換	396
3	二段階プロセス水素製造用の太陽反応炉の 開発	398

4	カチオン過剰フェライトによる二段階水 分解プロセスによるソーラー水素製造技 術	402
5	YSZ-Niフェライト固溶体を用いた二段階 水分解反応試験運転	403

第3編 太陽熱発電技術

第1章 世界の太陽熱発電技術・現状と課題

玉浦 裕

1	はじめに	409
2	トラフ型・線状フレネル型の太陽熱発電 の状況	409
3	タワー型太陽熱発電の状況	413

3	SHINLAタービン	421
4	3D-CPCソーラーコレクタ	424
5	将来性について	428
6	おわりに	430

2 サンベルトに向けた日本の太陽熱発電技術開発

玉浦 裕

1	はじめに	432
2	技術の特徴と開発プロジェクト概要	433
3	開発技術内容	434
4	ビームダウン型集光系とソーラーハイブ リッド燃料生産	439

第2章 日本の太陽熱発電技術開発

1 小型・高効率太陽熱発電システムの開発

齋藤 武雄

1	はじめに	417
2	21世紀に適合するエンジンの探索	418

第4編 太陽エネルギーの住空間利用・間接利用

第1章 住宅・オフィス・工場

1 パッシブ・ソーラーハウス／アクティブ・ソーラーハウス

谷本 潤

1	概要と経緯	443
---	-------------	-----

2	太陽光発電システム	444
3	アクティブ・ソーラーハウス	446
4	パッシブ・ソーラーハウス	448
5	ハイブリッド・ソーラーシステム	452

6	おわりに	453
---	------	-----

2 ソーラー建築デザイン

大野 二郎

1	はじめに	454
2	太陽熱利用(Solar Thermal)	454
3	太陽光発電(Photovoltaics = PV)	458
4	自然光利用(Daylight)	462
5	自然換気(Natural Ventilation)	462
6	ダブルスキン(Duble Skin)	464
7	住宅(Housing)	465
8	おわりに	468

3 日射熱反射ガラスの開発

外岡 和彦

1	太陽の光と熱の利用	470
2	日射熱を反射するガラス	473
3	今後の研究・技術展望	477

4 光ダクトシステムによる太陽光採光

海宝 幸一

1	はじめに	479
2	光ダクトとは	480
3	光ダクトシステム導入事例	482
4	おわりに	491

第2章 暖房・冷房・給湯

1 ソーラーヒートポンプ

日野 俊之

1	ヒートポンプと太陽エネルギー	492
2	ソーラーヒートポンプの2形態	493
3	太陽熱利用ヒートポンプの3型式	494
4	ソルエアヒートポンプシステム	497
5	PVソルエアヒートポンプ	504
6	将来展望	506

2 太陽熱温水器を熱源とする吸着式デシカント空調システム

児玉 昭雄/大藏 将史

1	はじめに	508
2	太陽熱温水器を熱源とするデシカント空調システム	508
3	太陽熱デシカント空調システム実証試験	511
4	設置・設計条件の検討と導入効果	515
5	おわりに	521

3 太陽熱温水器の実測評価と活用提案

濱 恵介

1	背景と目的	524
2	設備の概要	525
3	測定の内容・方法	526
4	測定結果と考察	527
5	太陽熱利用と生活スタイル	529
6	環境負荷削減効果	530

7	経済性などの評価	532	2	トライジェネレーション	553
8	ハイブリッド給湯システムの提案	533	3	ソーラートータルトライジェネレーション	558
9	今後の展望と課題	534	4	ソーラートライジェネレーションシステムの今後の展開	561
第3章 再生可能エネルギーのハイブリッド利用			5	おわりに	565
1	自然エネルギー利用トリプルハイブリッド発電システムの開発と今後の展開		3	太陽エネルギーのハイブリッド利用の現状と課題	
	牛山 泉			谷 辰夫	
1	はじめに	536	1	はじめに	568
2	施設・装置概要とその目的	537	2	私たちと太陽のかかわり	568
3	発電量の予測と運転結果	542	3	太陽エネルギー利用技術の分類	569
4	設置後の問題点	546	4	点資源から面資源へ	570
5	風力・太陽光・小水力によるトリプルハイブリッド発電システムの提案	549	5	ハイブリッドシステムへの展開	570
6	おわりに	551	6	まとめ	577
2	ソーラートライジェネレーションシステムの開発と応用				
	田中 忠良				
1	はじめに	552			

■ 第5編 太陽エネルギー利用の動向と普及のための取り組み

1	太陽エネルギー拡大に向けた東京都の取り組み		4	太陽エネルギー利用拡大の取り組み	587
	谷口 信雄		5	おわりに	592
1	はじめに	581	2	サンベルトにおける世界の太陽熱発電の市場動向	
2	太陽エネルギーの定義	583		玉浦 裕	
3	太陽エネルギーの政策上の位置付け	584	1	はじめに	593

2	稼働中・計画中の世界の太陽熱発電所	594
3	集光太陽熱利用技術によるサンベルトの 開発	596
3	国内外の太陽光発電システムの政策・ 市場動向と産業動向	
		貝塚 泉
1	はじめに	599
2	太陽光発電システムに関連する政策	600
3	太陽光発電システム市場	610
4	太陽光発電産業の動向	612

5	おわりに	613
---	------------	-----

Topics 5 核融合を用いたエネルギーの創
造—人工太陽—

山田 弘司

1	はじめに	615
2	核融合反応と核融合炉	616
3	研究開発の現状と展望	624
4	おわりに	626

