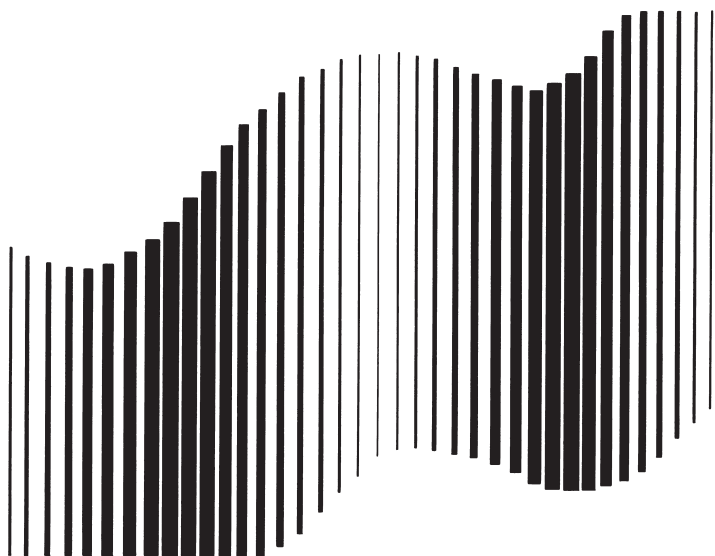


新コロナシリーズ ⑥2

科学技術の発展と エネルギーの利用

新宮原 正三 著



コロナ社

まえがき

今日の科学技術は一〇〇年前と比べるとはるかに進歩していて、現代社会に生きる人々は快適で便利な文明を享受しています。太平洋戦争後の昭和の時代には、テレビや冷蔵庫、電気掃除機などの家電製品が普及し、さらには多くの家庭で家用自動車が使用されるようになりました。

このような文明の利器の進化は留まることを知りません。特に最近十年間では、携帯電話が普及し、そしてスマートフォンが登場によりいつでもどこでも電話のみならず音楽や動画を受け取り個人で楽しむことができるようになりました。これらは昭和の時代には想像もつかなかった革新的技術です。また、鉄道や自動車、飛行機の普及と性能向上により、交通手段は以前より格段に便利となっけています。かくして先進国においては科学技術の著しい発展の上に、過去に類を見ないような快適な生活が営まれています。しかし、それとともにエネルギー消費量は年々増大を続けていて、近い将来の化石燃料枯渇の問題や地球温暖化が懸念されるようになってきました。

本書では、偉大な先人たちによって為し遂げられてきた科学技術の発展の経緯を解説し、その中で培われてきた考え方や思想について説明します。特に、エネルギーの概念は科学技術の発展とともに進化してきており、「エネルギー」の言葉が含むさまざまな側面についても概説を行っていま

す。現代社会ではさまざまな形で多くのエネルギーを使用して、文明社会が成り立っています。そこで、最も身近な電気エネルギーに関して、どのような方法で発電されているのかを紹介します。また、自動車や電車などの動力にどのようなエネルギーが用いられているかに関しても解説していきます。

石油や石炭などの化石燃料は産業革命以後、経済発展とともにどんどん消費量が増え、今日では数十年後あるいは百数十年後には枯渇されるのではと危惧されるようになりました。二十世紀に入って太陽光発電、風力発電、バイオマスといった新たな再生可能エネルギーが開発され、また原子力エネルギーの発電への利用も実用化しました。しかし、エネルギー消費の増大とともに、地球温暖化が懸念されるようになり、温室効果ガスである二酸化炭素の削減が世界的な規模で検討されるようになってきています。エネルギー問題に関して、世界的に見て今後どのような展開があるかは国際経済や政治と深く関連しており、また私たちの生活とも直接・間接に関わっています。

そこで本書は、理系の人のみならず文系の人たちにもできるだけわかりやすく科学技術の基本概念を説明し、またそれらに基づいて科学技術の発展の経緯や、エネルギーに関わる諸問題を解説することを意図して企画されました。またエネルギーに関しては何種類かの単位があり、ニュースなどで見聞きする情報では、単位の説明がないために量的な把握が難しくなっています。そのため、本書では単位に関しては、わかりやすいように解説することを心がけました。

本書を未来を担うみなさんに読んでいただき、多くの方々にエネルギー問題に関する興味と基礎知識を深めていただくことを切に願っております。

二〇一六年二月

新宮原 正三

もくじ

第一編 科学技術とエネルギーの概論

1 科学技術発展史の概観

車輪の利用 3

紀元前の金属技術 5

水車・風車技術の始まり 6

時計技術の発展 8

印刷技術・錬金術など 9

蒸気機関の発明 12

電気の発明と利用 15

2 エネルギーについて知ってみよう

力学的エネルギー	20
化学エネルギー	21
熱エネルギー	23
電磁気エネルギー	25
光エネルギー	28
原子力エネルギー	29
エネルギー保存則	32
エネルギー資源の分類	33

3 電気エネルギーはどこから来るか

電気エネルギーをつくりだすには	——	電磁誘導の原理を用いた発電システム	37
タービン発電機	40		
水力発電	43		
風力発電	44		

太陽電池 47

太陽光エネルギー 47

太陽電池の仕組みと種類 49

太陽電池の市場動向 54

4 乗り物とエネルギー

蒸気機関の乗り物への利用 — 蒸気自動車、蒸気機関車 58

自動車技術の変遷 60

内燃エンジンの自動車への利用 60

ハイブリッド自動車 63

水素自動車 65

鉄道技術の変遷 67

磁気浮上列車 72

第二編 エネルギーの課題と地球温暖化

5 人口増大とエネルギー消費増大

6 原子力発電をめぐる話題

原子力発電の原理と仕組み 87

放射能漏れによる被害について 94

原子力発電のコストは本当に安いのか——福島原子力発電所事故の後始末
今後の原子力発電政策はどうなるのか? どうあるべきなのか? 103

100

7 化石エネルギーの消費と地球温暖化問題

世界における化石エネルギーの消費について 107

エネルギー消費の今後の予想 111

化石燃料の埋蔵量について 112

地球温暖化ガスCO₂排出の問題 115

地球温暖化とCO₂削減をめぐる話題

119

参考文献
索引

130 142

第一編

科学技術とエネルギーの概論

1 科学技術発展史の概観

車輪の利用

人類の技術史において、車輪の利用は人間が最初に用いた道具の一つとして重要な意味を持っています。いつごろから車輪を利用していたかについては、記録に残っている範囲では紀元前三〇〇〇年から四〇〇〇年頃の歴史的遺構に見られる荷車や戦車などのレリーフに記されています（写真1）。それよりもかなり以前から、車輪はさまざまな形で使用されてきたとみるのが妥当なようです。乗り物として、馬車や牛車などが相当早くから用いられていたのは間違いありません。

ここで用いられた車輪は、しばらく後に滑車へ応用されることとなりました（文献①）。重い石などを吊り上げるために、複数の滑車とロープを組み合わせたクレーンがローマ帝国時代に使用さ



写真1 馬に引かれる戦車が描かれたレリーフ
〔出典：Wikipedia⁽⁴⁾〕



ローマ時代のクレーンを再現した
実物（ドイツ、ボン市）

写真2 古代のクレーン〔出
典：Wikipedia⁽⁵⁾〕

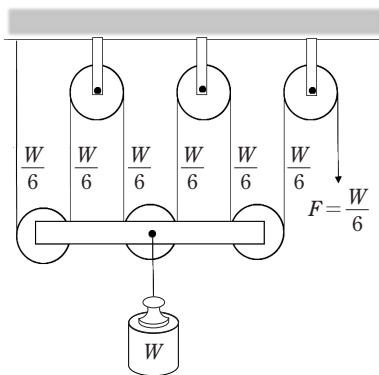


図1 滑車の仕組み

れた記録があります。用いる動滑車の個数に反比例して、ひもを引っ張るのに必要な力が小さくなり重い巨石などを持ち上げることが可能になるのです（写真2・図1）。昔の人は、工夫と経験によっていろいろな技術を編み出していったのでしょう（文献②③）。

紀元前の金属技術

紀元前の時代には残っている文書がわずかであるため、石碑に記された文字や、パピルス書や、遺跡からの発掘物そのものから当時の文化や技術を知るしかありません。

そのような遺跡物の代表格として、鉄器や青銅器などがあります。火をおこして鉄や青銅を操ることができるようになり、包丁や剣、矢じりの材料としてこれらの金属加工物が作られるようになったのも、紀元前です。そのなかでも、中国の秦の始皇帝の墓の副葬品と言われる、兵馬俑（へいばよう写真3）に見られる金属加工技術は当時としては目覚ましいものがありました。セラミックの等身大の兵隊や馬は、刀や馬具などを身に着けたまま長期間地中に眠っていたのです。この刀を科学者が分析した結果、母材、つまり基体となる材料である青銅の上にクロムを数十 μm 程度の厚みで被覆し、その結果形成されたクロム酸化物が内部の青銅の腐食を妨げ、長期間保存に耐えたのです。クロム薄膜は、メッキ技術によって形成されたものと推測され、その当時からメッキ技術があったことも明らかとなりました。



写真3 兵馬俑（著者撮影）

この兵馬備はいまから約二二〇〇年以前に作成されたと推定されています。クロムメッキ技術が欧米で開発されて産業化したのは二十世紀半ばであったので、この古代中国の技術はたいへん高度な技術だったと言えます。

水車・風車技術の始まり

乗り物に使用された車輪は、紀元前一世紀頃になって水車技術に発展しました。ローマ時代に水車による製粉技術が考案され、ヨーロッパ中に広がっていきました。小麦粉を挽くための石臼は人力で回すにはかなり重いために、製粉は重労働でした。ロバなどの家畜を用いた石臼挽きも行われていました。しかし、水車による製粉がひとたび確立すると、人々は重労働から解放されたのです。

水の流れによっておこされる水車の回転運動は、歯車によって伝達されて石臼を回して製粉の動力に用いられたのです。歯車がいつ発明されたかは明確ではありませんが、古代ギリシアでは紀元前三世紀にアルキメデスが走行距離計などのさまざまな機械に歯車を応用したと考えられています。また中国では紀元前二世紀頃より水車やチェーンポンプなどに歯車が使用されたという記録があります。このころから、水力を用いて仕事をする機械が考案されて使用されていたのです。

また、中世のイスラム地域ではノリアという汲み上げ式水車が普及し、灌漑かんがいに大きな威力を発揮

1 科学技術発展史の概観



シリアのオロンテス川にある
水汲み水車（ノリア）

写真4 ノリア（水車）〔出典：
Wikipedia⁽⁶⁾〕



写真5 オランダの風車〔出典：
Wikipedia⁽⁷⁾〕

しました。これは水車が水流の力によって回転するとき、同時に外周に取り付けられた桶が水をすくい上げ、回転とともに桶が最高位置から下がるときに、水を地面よりも高い位置の導水路に注ぎ入れる仕組みです。（写真4）

オランダなどで見られる風車（写真5）も同様な機構を備えていました。風車は大きな羽車を持つ構造であり、オランダでの風車利用の主目的は灌漑で、水を汲み上げることによって埋立地をどんどん増やしていったことは有名ですが、その時期は十五世紀以降でした。

索引

		【や】	
有機薄膜太陽電池	53		
		【ら】	
ライデン瓶	15		
		【り】	
力学	11		
力学的エネルギー	20		
理想気体の状態方程式	24		
リニアモーター	72		
量子仮説	28		
臨界状態	88		
		【る】	
ルドルフ・ディーゼル	62		
		【れ】	
レシプロ型	60		
			【わ】
		錬金術	10
		ワット	13
		【英数字】	
		CO ₂ 排出削減	119
		IEA	107
		III-V 型太陽電池	53
		IPCC	120
		OECD 加盟国	81
		OECD 諸国	83
		WMO	120
		X 線	28
		4 ストロークエンジン	60

		【と】		光触媒	67
特殊相対性理論	18			避難指示地域	99
時 計	8			被ばく量	98
トーマス・セイバリ	12				
		【な】			
内燃機関	60			ファラデー	17
内部エネルギー	24			風 車	7
		【に】		風力発電	38
二酸化炭素ガス	115			風力発電塔	44
二次エネルギー	33			福島第一原子力発電所	85
ニューコメン	13			プラズマ	32
		【ね】		プランク	28
熱エネルギー	21			フランス水車	43
熱力学	11, 23			振り子	9
熱力学第一法則	24				
燃料デブリ	102			【へ】	
燃料電池	47, 65			平均海面水位	121
燃料電池自動車	65			ベクレル	95
		【の】		ベータ線	88
ノーレ	15				
		【は】			
排水機構	12			【ほ】	
ハイブリッド車	62			ホイヘンス	9
薄膜シリコン太陽電池	53			放射性元素	87
歯 車	6			放射線	30
バッテリー技術	63			放射能汚染マップ	94
半減期	90			放射能漏れ	85
ハンセン	119			紡績産業	58
半導体	50			ボルタ	16
半導体 pn 接合	49, 50			ボルタの電池	16
バンドギャップ	50				
		【ひ】		【ま】	
東日本大震災	85			マクスウェル	18
光エネルギー	28			摩 擦	20
				【み】	
				ミランコピッチ・サイクル	124
				【め】	
				メッキ技術	5

【こ】

甲状腺がん	95
光電変換効率	52
交流発電機	38
黒体放射	48

【さ】

再生可能エネルギー	127
酸化・還元反応	66

【し】

シェールガス	115
紫外線	28
色素増感太陽電池	53
磁気浮上列車	71
仕事率	26
シーベルト	95
車輪	3
ジュール	20
蒸気機関	11
蒸気機関車	14
蒸気自動車	14
蒸気タービン	41
使用済み核燃料	31
触媒	66
シリコン	50
新幹線	69
人口増大	79

【す】

水車	6
水蒸気爆発	94
水素自動車	65
水素ステーション	67
水素爆発	94
推定埋蔵量	113
水力発電	38
水力発電プラント	44
スペクトル	48

【せ】

制御棒	91
正孔	50
製鉄産業	12, 59
世界気象機関	120
石炭生産	110
石油	107
ゼンマイ	8

【た】

大気汚染	106
太陽光スペクトル	49
太陽電池	47
太陽電池市場	54
タービン	40
炭鉱夫の友	12

【ち】

チェルノブイリ原発事故	86
地球温暖化ガス	93
中性子線	90
長期エネルギー需給見通し	104
超電導	73
超伝導電磁石	73
超臨界	88

【て】

ディーゼルエンジン	62
ディーゼル機関車	59
電気エネルギー	15, 25
電気機関車	59
電気自動車	63
電子	50
電磁気エネルギー	25
電磁波	18
電磁誘導の法則	17
天然ガス	104
天然資源	34
電波	26

索引

【あ】		化石燃料	33, 113
アインシュタイン	18	ガソリンエンジン	62
アルファ線	30, 88	滑 車	3
		火 薬	11
【い】		火力発電	38
位置エネルギー	20	ガリレオ	9
一次エネルギー	33	ガルバーニ	16
印刷技術	9	カロリー	22
		灌 漑	6
【う】		ガンマ線	28
ウラン	87	【き】	
ウラン濃縮技術	91	気体分子運動論	23
運動エネルギー	20	北半球積雪面積	121
		キャベンディッシュ	17
【え】		京都議定書	119
エネルギー効率	68	ギルバート	15
エネルギー消費量	81, 107	【く】	
エネルギー保存則	24	グーテンベルク	9
エレクトロンボルト	29	グレイ	95
		クロムメッキ技術	6
【お】		クーロン	17
オイルショック	85	クーロンの法則	17
オットー	60	【け】	
		結晶シリコン太陽電池	54
【か】		原子爆弾	18
回生ブレーキ	63	賢者の石	11
化学エネルギー	21	原子力エネルギー	18
化学結合エネルギー	22	原子力損害賠償支援機構	101
核燃料棒	40	原子力発電	18, 38
核分裂反応	30	検電器	15
核分裂連鎖反応	88		
核融合反応	30		
化合物太陽電池	53		

科学技術の発展とエネルギーの利用 © Shoso Shingubara 2016

2016年5月6日 初版第1刷発行

★

検印省略

著者 新宮原 正三
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 萩原印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社
CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03) 3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-07712-4

Printed in Japan

(中原) (製本: 愛千製本所)



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします

新型コロナシリーズ

発刊のことば

西欧の歴史の中では、科学の伝統と技術のそれとははつきり分かれていました。それが現在では科学技術とよんで少しの不自然さもなく受け入れられています。つまり科学と技術が互いにならなく連携しあって今日の社会・経済的繁栄を築いているといえます。テレビや新聞でも科学や新しい技術の紹介をとり上げる機会が増え、人々の関心も大いに高まっています。

反面、私たちの豊かな生活を目的とした技術の進歩が、そのあまりの速さと激しさゆえに、時としていささかの社会的ひずみを生んでいることも事実です。

これらの問題を解決し、真に豊かな生活を送るための素地は、複合技術の時代に対応した国民全般の幅広い自然科学的知識のレベル向上にあります。

以上の点をふまえ、本シリーズは、自然科学に興味をもたれる高校生なども含めた一般の人々を対象に自然科学および科学技術の分野で関心の高い問題を取りあげ、それをわかりやすく解説する目的で企画致しました。また、本シリーズは、これによって興味を起させると同時に、専門分野へのアプローチにもなるものです。

● 投稿のお願い

「発刊のことば」の趣旨をご理解いただいた上で、皆様からの投稿を歓迎します。

パソコンが家庭にまで入り込む時代を考えれば、研究者や技術者、学生はむろんのこと、産業界の人も家庭の主婦も科学・技術に無関心ではいられませんが、

このシリーズ発刊の意義もそこにあり、したがって、テーマは広く自然科学に関するものとし、高校生レベルで十分理解できる内容とします。また、映像化時代に合わせて、イラストや写真を豊富に挿入し、できるだけ広い視野からテーマを掘り起こし、科学はむずかしい、という観念を読者から取り除き興味を引き出せればと思います。

● 体裁

判型・頁数・B六判 一五〇頁程度

字詰・縦書き 一頁 四四四字×十六行

なお、詳細について、また投稿を希望される場合は前もって左記にご連絡下さるようお願い致します。

● お問い合わせ

コロナ社 「新型コロナシリーズ」担当

電話 (〇三)三九四一三三三