

課題挑む

技術士のソリューション

[1]

20年に効率2倍

日本の省エネルギーに対する努力はよく「乾いた舌を絞る」ことに例えられるほど、技術導入が進んでいる。しかし、温室効果ガス排出削減目標達成のためにも道路における省エネ技術の進展に対する現場の努力が必要であると考える。政府の低炭素社会への



国土交通省東京国道
事務所防災情報課専門職
関等 (電気電子部門)

地球環境①

白色LED道路照明灯

科学技術・大学

取り組みとして経済産業省が公表しているクールアースでは、次世代高効率照明の発光効率について、「LED(発光ダイオード)照明については2010年(平成22年)に100lm/W(100lm/W)を目標とする」と同2000年を目標とする。

は2倍の高効率を期待できる。

取り組みとして経済産業省が公表しているクールアースでは、次世代高効率照明の発光効率について、「LED(発光ダイオード)照明については2010年(平成22年)に100lm/W(100lm/W)を目標とする」と同2000年を目標とする。設置基準を満たす。そこで、白色LED照明灯の効果検証のため、千葉県内の一般国道51号線(外部条件B、平均路面輝度1平方mあたり0.7cd以上、輝度均斉度0.4以上)を選定し、試験施工を行った。

国道を選定し試験施工

地球温暖化対策に貢献

とされている。これを道路照明に適用すると発光効率の向上に伴う省エネ効果を見込むことができ。現在では高圧ナトリウム灯と比較して8割の効率であるが、20年以内に

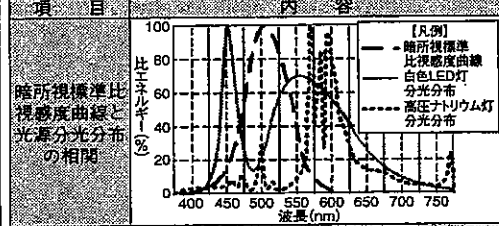
運転者も評価

また、現状の性能において白色LED照明灯は高圧ナトリウム灯と比較して消費電力を30%削減する省エネ効果を実現しているが、温室効果ガス削減に寄与するには不十分と考え、初期照度補正

高圧ナトリウム灯と白色LED照明灯の比較

項目	高圧ナトリウム灯	白色LED照明灯
灯種・色	Ra25	Ra65
演色性		
発光効率	111lm/W	77lm/W(2008年実績)
消費電力	216W	152W(平均122W*)
ランプ寿命	24000時間	40000時間(55000時間*)
平均路面輝度	2.34cd/m ²	0.77cd/m ²
輝度均斉度	0.55	0.44

*:初期照度補正制御あり
lm:ルーメン cd:カンデラ W:ワット



制御の導入を検討した。

今回の初期照度補正制御はLEDの制御性の良さを生かし、初期全光束の70%で発光光束を維持するように駆動電流を制御することにより、平均40%の消費電力削減を達成した。LED寿命についても発熱量を抑制する

に延ばす効果があった。安全対策に寄与するに

はドライバーの視認性評価が必須と考え、当該区間を利用する運送会社にご協力いただき、聞き取り調査を実施した。その結果、測定値では3倍以上も高圧ナトリウム灯が高輝度であるにもかかわらず、白色LED照明灯

が明るく走りやすいとの評価を得た。

道路照明灯は照明全体の5%程度の市場であるが、他の分野と比較して演色性条件が低いため高効率の超高輝度LEDを適用しやすい。今後は都市部に適用できる性能の達成(外部条件A、平均路面輝度1平方mあたり1.0cd)や器具コストの低減などの課題もあるが、道路照明への積極的な導入がLED照明の普及を牽引し、地球温暖化対策に貢献していくものと考ええる。

× × ×

第一線で活躍する技術士に、環境関連、モノづくり、安心・安全などの分野で役立つさまざまな知見を披露してもらいます。(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリユーション

[2]

異常気象を予測

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、このままのペースで人為的な二酸化炭素（CO₂）の排出を続け、温暖化が進行すると、地球の気候の不安定さが大きくなり、異常気象の頻度が増加することを予測し



山田水利環境研究所代表

山田 雅弘（農業）

地球環境②

温暖化と農業気象

科学技術・大学

ている。

異常気象は、地球温暖化が原因とされるだけでなく、過去100年の地球の気象観測記録においても発生しており、過去の観測記録との比較が

塩害・海岸浸食が増加

内陸部の農業に影響

必要である。

これまで農業開発を計画する場合、異常気象は一般気象と分離して特殊気象として処理されてきた。灌漑用ダムは、既存ダムの整理と

吐設計洪水量は、確率200年に1回程度の洪水量に対応している。厄介な現象 地球温暖化と異常気象が、本格的なものであれ

【高波浪来襲に伴う大規模な浜産の形成：シーガイアインター南】

平成10年低気圧通過時に発生した浜産

一ツ葉有料道路の脇まで浜産が迫る

平成10年2月26日
（宮崎県管理区画：宮崎県撮影）

遠隔地に短時間でこの現象が伝達するこ

日本国内でも

影響を与えている。

マレーシアの国境周辺で数十年続いている海洋侵食は、熱帯の活発な積雲活動により、増幅の傾向にあり内陸部の農業環境に厳しい

課題挑む

技術士のソリューション

[3]

メンテフリー

筆者は1990年代後半にインドネシアの山中に位置する小水力発電所の設計・施工監理の機会を持った。97年度から2年間にわたって実施された日本からの無償資金協力事業で、運転維持管理は地元農民に依存するしかなかった。そこで以



日本工営 都市社会事業部長
片山 陽夫 (建設)

地球環境③

小水力発電

科学技術・大学

下の土砂リスクに対処できメンテフリーの施設設計を心がけた。

①取水口が土砂で埋まる、あるいは河床洗掘が進み取水できなくなるリスク

②沈砂池に砂が溜り、排除できないリスク

電源供給で高い潜在力

水路の土砂対策重要に

た水で水路自体を浸食、やがて崩壊するリスク。これらに対処するため以下の設計を採用した。

①通称チロリアン型の取水工を採用し、河川水位の「無用なせき上げ」を排除した。隙間を通過できない大きい土砂は下流河床へ移動。取水工の上下流で特別な土砂堆積も河床浸食も生じなかった。

②沈砂池は矩形断面とし、その底勾配を50分の1とした。取水バースクを排除できないリスクを回避するためホックスカルバートとし、さら

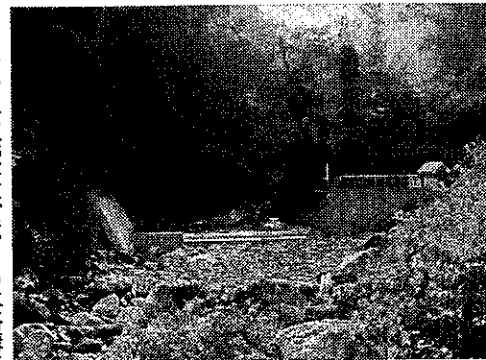
に土砂を流す力を排出する。

③開水路の山側斜面で土砂が溜り水路内に流入すると水路内を流れる水が溢れ、水路の基礎を洗い、水路を崩壊に導く。

水路全体を水路沿いの地山斜面内に埋設すべくルート選定で配慮した。

逆サイホン案

水路が沢を横断する部分について、水管橋案の場合には斜面崩壊が発生すると勾配が緩い水管橋周辺に土砂が堆積した



取水工を下流から望む。中央部のバースクリン上を流水が越流している。00年7月筆者撮影

り、その上を流木などが流れ、やがて水管橋に接触する事態が想定された。こうした懸念のより低い逆サイホン案を採用した。

竣工1年後の00年の瑕疵検査時に、延長1200mの水路全線を点検したところ、数カ所で小規模な土砂すべりが認められた。

資源エネルギー庁の包蔵水力調査によれば、日本には1000ヶ所未満の小水力地点だけでも371カ所、合計24万kW、12億kWh時(34万世帯に供給可能)が標準世帯に供給可能)がモデルの確立だ。

(水曜日掲載)

再生可能な資源

小水力はクリーンで再生可能なエネルギー資源である。これを開発して電力系統経由で電気自動車(EV)に充電すると、発電時にも走行時にも二酸化炭素(CO2)を排出しない究極のエコカーが誕生する。課題は、小さい分だけ割高となる小水力を「グリーン電力」として買い上げ、「エコ」びいきの消費者の車に充電するビジネスモデルの確立だ。

課題挑む

技術士のソリューション

[4]

動力分散方式

1964年に東海道新幹線が開業したころの新幹線電車0系の設計段階で、当時の世界の高速鉄道では動力集中の機関車方式が常識であったのに対し、旧国鉄の島秀雄技師長は電車の各車軸にモーターを付ける動力分散方式を提案した。これは



田中宏技術士事務所代表

田中 宏 (機械)

地球環境④

鉄道の省エネ化

日本の地盤が軟弱なため軸重を大きくできないかつたこと、制動時にモーターを発電機として使用できることが大きな理由だった。

当時は発電した電力を抵抗器でジュール熱にして大気中に放散する方式

スの開発とともにインバーター制御技術が飛躍的に進歩した。3相交流の誘導電動機を使用した技術も在来線の通勤電車に徐々に取り入れられ、新幹線電車も90年代の300系は動力方式の大モーターチェーンシを行い、同じ

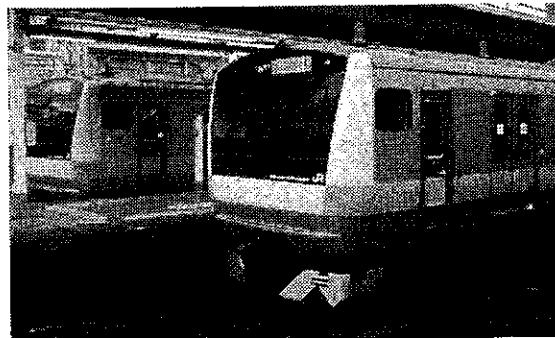
ブレーキ時に電力回生

電池駆動車も開発進む

が通勤電車などで使われていたため、その方式としたが、将来はこの電力を有効に活用できることも想定していた。

その20年後、パワーエレクトロニクス・デバイス

方式を導入した。00年に入ってから0700系新幹線電車では、さらに電力回生方式になり、発電した電力はその列車の照明や空調に使用されたり、前後を走行す



対応して電圧の制御、周波数の制御を行う。インバーター制御の功績は速度を制御することで省エネを飛躍的に進めたことであつた。

鉄道の大量輸送のエネルギーが回生されて省エネとなつていることは、地球環境問題への貢献と

JR中央線を走る233系電車
 JR中央線のE231系電車は最高速度からほぼ停止まで回生ブレーキが使われ、省エネ電車として温暖化防止に役立っている。山岳鉄道の小海線(小諸-小淵沢間)では、ライゼルエリッド車両のキハ100系が07年7月から走っている。
 またJR東日本は10月6日に非電化区間をディゼルエンジンなしで走る「スマート電池君」と名付けた蓄電池駆動電車の開発計画を発表した。リチウムイオン電池を使用し、電化区間を走行中に架線からの電力で充電、非電化区間は蓄電池で走行する。

仕上げ試験走行
 さらに鉄道総合技術研究所では架線のある区間を走行中にバッテリーに充電し、架線のない線区でも燃料電池で発電。ブレーキのときの発電で約40%の電力を回生し、バッテリーに充電して走る電車の開発を進めてきた。07年11月から札幌市交通局で低温降雪の環境で走行試験を実施し、現在、鉄道総研の構内で仕上げの試験走行をしている。

(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[5]

生きものCSR

京浜工業地帯には、この地域で生まれたキンヤンマなど千数種ものトンボが飛び交っているという。企業がCSR(企業の社会的責任)活動としてつくった緑地や屋上のビオトープ(生きものの生息環境)が、周辺の緑地とネットワークして自然の生きものをばっかんている。



環境・グリーン
エンジニア取締役

春田 章博 (建設・環境・
総合技術監理)

地球環境⑤ 生態工学

動的均衡

近年、生きものや生態系を直接に扱い、生物多様性を保護・保全・復元する技術が開発されている。生態工学である。生きものは日本だけに限っても、植物6000種以上、鳥類500種余、昆虫

一方、種が互いに共生したり、食う・食われるといった生物間の相互作用が確立した生態系は気象、地形・地質、日照や水分条件などの影響を受ける。生態工学がもたらした成果のひとつに、希少種のモニタージーンション(環境保全措置)がある。ここでは、建設事業においてホトケドジョウ(環境省レッドリストの絶滅危惧ⅠB)を移設した事例を紹介しよう。ホトケドジョウは、四国地方などを除く本州の全域に分布し、谷戸の源流域の流れの緩やかなところ(生息

生物多様性の保全技術

順応的な手法に特徴

虫では数十万種以上の多様な種がある。また、同じ種であっても個体差、誕生・成長・繁殖・死亡といった生活史にもとづいて違いがあり、そのほとんどが未解明である。

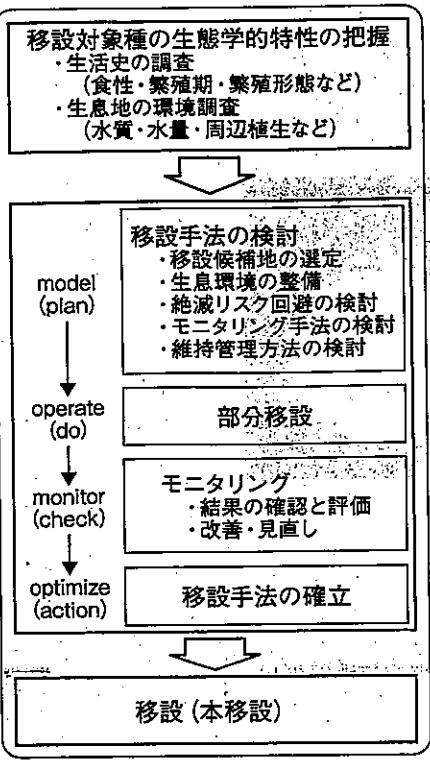
虫では数十万種以上の多様な種がある。また、同じ種であっても個体差、誕生・成長・繁殖・死亡といった生活史にもとづいて違いがあり、そのほとんどが未解明である。

が常に変化する動的均衡の上に成り立っている。生態工学は、こうした生きものや自然が有する多様性、未知性、あるいは、流動性に対応した技術の体系であり、予測さ

するが、近年、土地の開発による源流部の埋め立てや生息地の改変などによって、その数は急速に減少している。

ホトケドジョウについては生活史や生息環境、移設先の選定、環境の整備方法など保護・保全に必要な知見や情報が乏しく、しかも、生息地や生息数が限られているために失敗が許されないといったわずかしい問題があった。

2010年10月、生物多様性条約第10回締約国会議(COP10)が名古屋で開催される。この会議では多くの国と地域が参加し、生物多様性にかかわるさまざまな議論が行われる。生態工学は今後、生物多様性の保全に貢献する技術として開



(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリユーション

[6]

方法や対象

環境の調査が筆者の専門である。調査方法は大きく試料採取・分析、連続測定、モニタリングに分けられ、測定原理からも生物的手法、化学的手法、物理的手法に分けられる。対象についても自然環境といわれる開放系、敷地境界などを設定



CTIサイエンスシステム
副社長R&Dセンター長
岩熊 まき (応用理学)

地球環境⑥ 環境分析

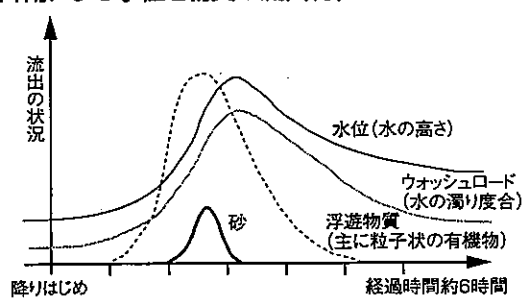
科学技術・大学

計測・観察も重要に
目的・対象で使い分けを

法であることは、分析機器の進歩が目覚ましい現在でも変わらない。汚染の代表的指標である生物化学的酸素要求量(BOD)は生物化学反応に基づくものであり、生物の

シオンがひければ、化学分析で得る指標の時々刻々の様子がわかることになる。たとえば、河口域の海水の浸入状況は、塩分濃度を電気伝導度の代替指標で連続測定が可能である。この時、河口域は場所によって塩分濃度が異なることから、その水域でのキャリアレシ

降雨による水位と物質の流出特性のちがい(概念図)



的な変化をリアルタイムで共有できることが命である。ウェブでの掲示が環境モニタリングの基本課題であり、連続測定が可能な直流電源駆動の堅牢なセンサーと、計測値を現象に変換するアルゴリズムの開発が待たれる。

軸に行うことになる。何かの代替指標で24時間365日の連続観測ができたとして、連続測定という方法は、物理量で測ればそのまま測定値となり、採取・分析値の多くがスポット値であることを考えると、代替指標と化学分析が必要とな

連続的な測定

モニタリングは連続的な測定が主眼とされる。地球環境をみんなを守るこれからの時代は、目で見て判断する観察も含むハウである。(水曜日連載)

課題挑む

技術士のソリューション

[7]

根強い誤解

低炭素社会の実現が急務との認識が一般に浸透し、原子力への期待が高まっている一方で、残念ながら原子力への忌避感や誤解もまた根強く見られるようである。

これまでの統計が示すとおり、人類によるエネルギー消費量は増大を続けている。生活水準を向上させ、豊かな生活を送

三菱重工業 原子力事業本部
原子力技術部 原子力技術企画課長
浜崎 学 (原子力・放射線部門)



地球環境⑦

原子力の実力

ることを目指して、人類エネルギー密度の高さにはエネルギーの消費量を増やしながら他のエネルギー源と比較した試算で伸びはさすがに緩やかにしているが、今後、中級原発と同等の発電に必要となるが、今後は、インドといった途上国での加速度的な増加が、R.山手線ほどの3.4倍という総消費量を押し上げると見られている。(図)面積が必要となる。

低炭素社会実現で脚光

科学的理解広める必要性

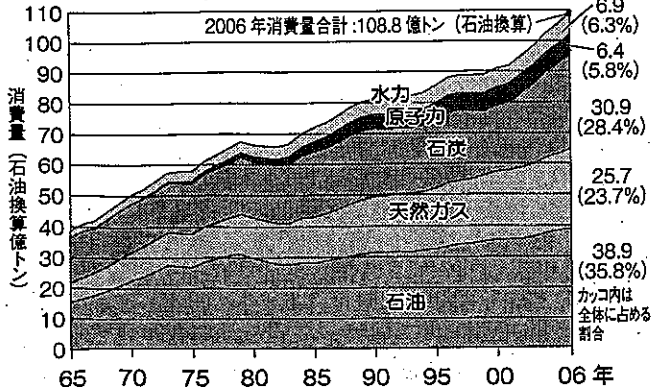
エネ密度の高さ エネルギー源としての原子力の優位性は、エネルギー発生過程で二酸化炭素(CO₂)などの温室効果ガスを発生しないこと、その圧倒的なエ

は当初から、深層防護の思想による安全確保を原則としており、故障やヒューマン・エラーは起こり得るものとして安全対策を設けている。廃棄物地層中にさらに、設計想定を超えて炉心損傷に至るシビアな燃料となるウランは、豪州、カナダなど政治的に比較的安定した国で多く産出される。可採年数はリサイクルのないウラン・スルー利用では85年と言われているが、高速増殖炉燃料サイクルが完成すれば、その利用可能年数は数十倍に延びる。核分裂で生じる高放射性の核分裂生成物を主体とする高レベル廃棄物をガラス固化して、環境に影響を与えないよう地下数百メートル以上の地層中に処分する技術は、ほぼ実用段階に至っており、立地自治体の公募が行われている。我が国では正式応募に至った自治体はないが、世界に目を向けると、フィンランドではオルキルオトでの廃棄物処分場建設

は全く実話ではないので

世界の一次エネルギー消費量の推移

(原子力図面集 2008 より)



設を地元自治体が承認し、政府手続きも順調に進み、2020年ごろの処分開始が予定されている。我々、原子力・放射線部門の技術士は、これら継続していきたい。(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[8]

年100万ト以上

日本全国から、毎年5000万ト以上の膨大なゴミが発生する。快適な社会環境を維持するためには、これらのゴミを適切に処理・処分しなければならない。



菅原技術士事務所 所長

菅原 秀雄

(電気電子衛生工学 総合技術監理)

循環型社会①

清掃工場と焼却処理

では、清掃工場で適切な焼却処分が行われ、環境負荷の低減に寄与している。地球温暖化防止の観点から、焼却処理は非常に有効である。

有望なゴミ発電
第一に、直接埋立では

ため、環境省では直接埋立を原則禁止することを決めた。従来、焼却処理に消極的であった欧州連合(EU)においても、年度までに出力を5割増の2500MWにする計画がある。都市ゴミの8割以上は、動植物を起源とするバイオマスと位置

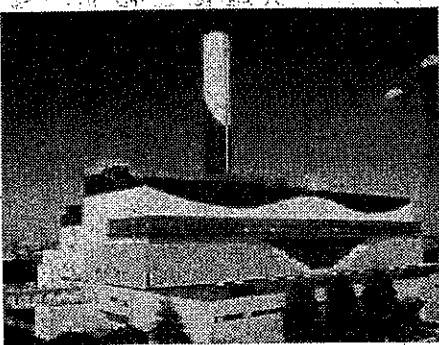
環境負荷低減に寄与

地域で統合的な運用を

温暖化効果の大きいメタン(二酸化炭素 \times CO₂の21倍)が発生し、焼却処理の5〜6倍の温暖化効果が生じる。その

灰処理技術

しかし、焼却処理や清



東京都葛飾清掃工場

まれる。

そのために、ゴミ配分や工場点検期間の設定あるいはゴミ収集について、最適な方法を見いだす必要がある。

また、一般に夜間・休日においては発電単価が安いので、清掃工場の運転パターンを見直しや一部装置の夜間運転などを行い、実質的に発電収入を高める努力をする。これらの問題解決には、数

掃工場に与えられた課題も多い。施設建設面では、合理的な施設の建設が求められる。発電効率を現実的に高めるために、過大な定格の排除、所内電力の一層の省エネ化、合理的な熱サイクルの構築、簡素な建屋構造などを実施する。

(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のソリューション

[9]

「二〇〇九」へ回帰

ローマクラブが世界に衝撃を与えた報告書「成長の限界」を1972年に発表し、その20年後の92年には「限界を超えて」を発表し、地球環境を持続可能なものとするためには、物質およびエネルギーのフローを大幅に抑制する必要性を説いている。



テクノレッジ・ジャパン
代表取締役
林 謙三 (経営工学)

循環型社会②

「知足」社会

ている。

今は「ものごと」から「二〇〇九」への回帰の時代である。今を生きている我々一人ひとりに求められていることは、地球市民としての「二〇〇九」の抑制、即ち欲望の抑制ではなからうか。

資源・エネルギー抑制を

原点は「シンプルライフ」

三位一体の考え

循環型社会を実現するためのマクロモデルを図に示す。持続可能な社会を実現するための基本概念は、「知足」、すなわち

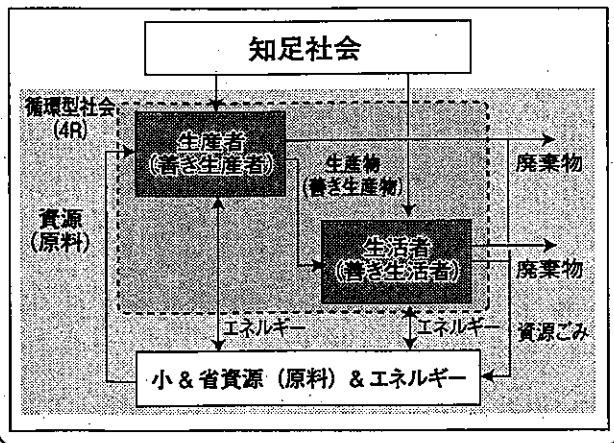
すなわち善き生活者、善き生産者、それら両者間をつなぐ善き生産物の三位一体の考え方が不可欠である。

大きな反省

では、今を生きている我々に必要な生活者主権の論理とは何なのか、生活者と消費者との違いは何なのかを考えてみたい。生活者とは、地球環境

不足を知るといっ「二〇〇九」の抑制が効いた社会の観点から素材の吟味を意味するリファイン)の製品設計の考え方に基づく、PLM(プロダクト・ライフサイクル・マネジメント)とその評価法であるLCA(ライフサ

循環型社会を実現するためのマクロモデル



の保全と実感できる真の豊かさを實現するため、欲望の抑制と非市場的価値に生活態度をシフトした考え方に根ざす個人々人である。端的に言えば、「シンプルライフ」の言

ある地球環境の保全にはあまり関心を示さず、合理的な価格、優れた品質、安全性などを望む。また、生産者も生産・消費の拡大を志向するところになるので、資源・エネルギーの抑制に対しては必ずしも積極的ではない。従って、これまでの経済成長第一主義の経済運営と一人ひとりのライフスタイルのありようが大きな反省を迫られていると言える。

以上、循環型社会を実現するためのマクロモデルの意図するところを端的に述べた。その原点は「シンプルライフ」であり、筆者も生活信条に掲げ、日々の活動において率先し、実践している。(水曜日掲載)

課題挑む

技術士のインロージョン

[10]

家畜排泄物法

豚の飼育では、尿を吸着させる目的などでおがくずを豚房に敷く。出荷までに堆積したおがくずが発酵して堆肥になり、堆肥の上で豚を飼っているような状態にまでなる。やっかいな排泄物処理が不要な飼育方法とい



神奈川県畜産技術センター
企画調整部長
青木 稔 (農業部門)

循環型社会③

発酵おがくず豚舎

える。

ただし、発酵床が寄生虫卵の「温床」になることをはじめ、家畜衛生上の問題が多い技術でもあった。この技術は自然発生的に考案され普及したが、「家畜排泄物法」の

廃棄物処理場の遮水シートを使うなど、技術的に法的にもクリアーされ、再び大いに脚光を浴びてきている。特に大規模農場では排泄物処理の有利性を生かした飼養法として進んで導入され、

手間いらずで再び脚光

衛生面の問題クリアー

施行により、環境負荷物質の地下浸透の危惧があることから、一時衰退してしまつた経緯がある。

新しい展開

ところがその後、産業

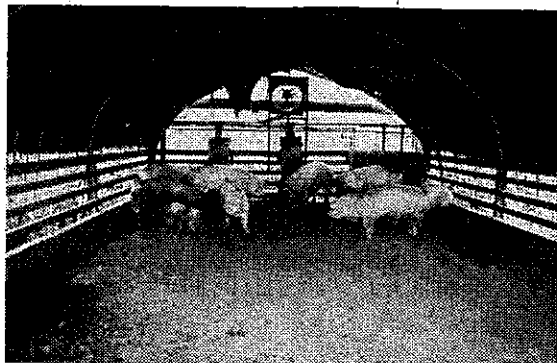
新しい展開を見せ始めている。筆者は15年以上前のこの技術が世の中で注目されてきた当時に、中小規模農家が導入する時点で

この飼養法を導入して困ったのが、それまでは良好に発酵乾燥していた床が突如として、「底なし沼」のような泥濘状態になることであつた。床から発生するアンモニアも100ppm以上となり、豚

この飼養法を導入して困ったのが、それまでは良好に発酵乾燥していた床が突如として、「底なし沼」のような泥濘状態になることであつた。床から発生するアンモニアも100ppm以上となり、豚

抗酸菌症の発生

次の問題は抗酸菌症の発生であつた。これは、人畜共通感染症でもあることから最も大きな問題となつた。菌が潜伏すると言われる輸入針葉樹材の使用をやめ、国内産に替えるとともに、豚の耳翼のツベルクリン注射反応による検査モニターを続け、ついにはその発生



を防ぐことができた。このようにさまざまな障害はあつたものの、近年では、「発酵おがくず豚舎」の機械化技術が進展し、床材攪拌用の巨大な移動型スクリーナーや、

術開発には畜産技術者のみならず、獣医師や機械関連技術者など異業種の連携が必要になる。このようなコーディネーター機能の発揮にますます技術士の活躍が期待されると考える。(水曜日掲載)

おがくずを敷いた豚舎と豚に選別する機械化システム(モニター)も開発され、数千頭規模の施設で導入されている状況である。

「発酵おがくず豚舎」の技術発展一つを見ても、技