

機関番号：53701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500863

研究課題名(和文) ネットワーク実験室を用いたリアル実験体験型の  
eラーニング教材開発研究研究課題名(英文) Research and Development of e-learning material for genuine article  
experiment using Network Laboratory

研究代表者

臼井 敏男 (USUI TOSHIO)

岐阜工業高等専門学校・電子制御工学科・教授

研究者番号：20232829

研究成果の概要(和文)：

我々が提案するネットワーク実験室とは、ネットワーク上に実験装置と実験映像をモニタするカメラを設置し、ネットワークを経由して実験データと遠隔実験映像の同期取得を可能とする機能を持つ実験室である。さらに、このネットワーク実験室は、いつでもどこでも仮想実験ではなく実際の実験を体験可能とする。本研究では、1つのネットワーク実験室で複数の遠隔実験を同時に可能としたり、フィールドでの実験をも可能とする機能拡張のプラットフォーム開発を行った。

研究成果の概要(英文)：

The network laboratory where we propose is the remote-controlled laboratory that has web camera monitoring the laboratory information, and the function that enables the synchronous acquisition of experiment data and distant experiment picture through the network. Moreover, this laboratory can offer not a virtual experiment but a real experiment, anytime and anywhere through the internet. In this research, we have developed the platform of the expansion of network laboratory system which enables several remote-controlled experiments simultaneously in one network laboratory and in the field.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度	0	0	0
年度	0	0	0
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：eラーニング，遠隔実験

## 1. 研究開始当初の背景

高専および高等教育機関が目指す実践的エンジニア教育を推進するためには、実験を主体とした教育コンテンツ開発が必須である。従来の教育方法は、座学と実験実習が独立の関係で、現在の過密なカリキュラムにおいては、連動させることが困難である。従っ

て、例えばLEDの発光特性を実験実習において実物の体験学習をしても、別の時期に実施される電子デバイスの講義で行われる理論的学習と時間的にズレが大きいため、学生には別内容として捉えられがちで、教育効果が十分得られていない。一方、時間と場所を解消する教育技術としてeラーニングがあ

り、講義そのものをビデオストリーミング方式などによりeラーニング化するコンテンツが開発されている。しかし、本来実験とは主体的な参加を必要とし、対面授業の延長技術としてのビデオストリーミング方式では、受身の学習となる傾向が強い。従って、学習者の反応も座学用コンテンツよりは興味を引くが、実験コンテンツとしては不満が残る。そこで各研究室に設置されたインパクト性の高い実験を対面授業におけるデモンストレーション実験として遠隔で体験できるシステムとしてネットワーク実験室を提案し、そのプラットフォーム開発を行うことが重要となった。

## 2. 研究の目的

本研究では、講義と連動したインパクト性の高い実験をデモンストレーション実験としてリアルタイムに見せるだけでなく、講義終了後の学習時間に、くり返し本物の実験を体験し、また学習者が疑問を実験的に解決するために、評価デバイスの選択、測定系の選択および測定条件の選択を可能とするリアル実験体験型eラーニングシステムの開発を目的とする。具体的には、従来のネットワーク実験室に下記の機能拡張導入の研究を行う。

(1) 実験装置等選択型ネットワーク実験室の構築：選択した評価素子を複数の実験システム（例えばI V測定系とC V測定系の切替）で測定環境及び条件を変更しながら、遠隔実験および実験データ・映像の同期保存を可能とするネットワーク実験室の構築および、ネットワーク実験室の複数化に対応した実験用eラーニングコンテンツのプラットフォーム開発

(2) フィールド型ネットワーク実験室の構築：実験室内の実験装置の利用だけでなく、

屋外実験、例えば太陽電池の日照相關実験などフィールド実験をeラーニングコンテンツ化する技術の開発

(3) 実験用eラーニングコンテンツ自己増殖型サーバの構築：図1に示すようなネットワーク実験室群を用いて、実験サンプルの選択、実験条件の変更、測定機器の変更等をクライアントPCで行い、簡単にそのデータをネットワーク実験室管理サーバに蓄積することにより、実験コンテンツの自己増殖を図るネットワーク実験室群管理サーバの構築とリアル実験体験型のeラーニングコンテンツ評価をおこなう。

## 3. 研究の方法

(1) 実験装置等選択型ネットワーク実験室の構築：Agilent社製のデータ収集スイッチユニット(349780A)と20チャンネルアクチュエータ(34903A)およびシグマ光機のXY自動ステージ(SHOT-102/SGSP20-20(XY))を用いることで複数用意された評価サンプルの選択機能と実験装置の選択機能をネットワーク実験室に付加するプラットフォーム開発を行った。具体的には、LEDのパラメータ評価実験をDC測定、RF測定等測定回路の切り替え及び評価サンプルの選択を遠隔で可能とした。

(2) フィールド型ネットワーク実験室の構築：無線LANを導入して、従来のネットワーク実験室が室内実験を主とした実験テーマであったのを、例えば太陽電池の日照相關実験等を野外にておこなう実験テーマに対応する、フィールド型ネットワーク実験室を新たに構築し、そのプラットフォーム設計とコンテンツ開発を行った。

(3) 実験用eラーニングコンテンツ自己増殖型サーバの構築：図1に示されるネットワーク実験室は、いずれもLANに接続された

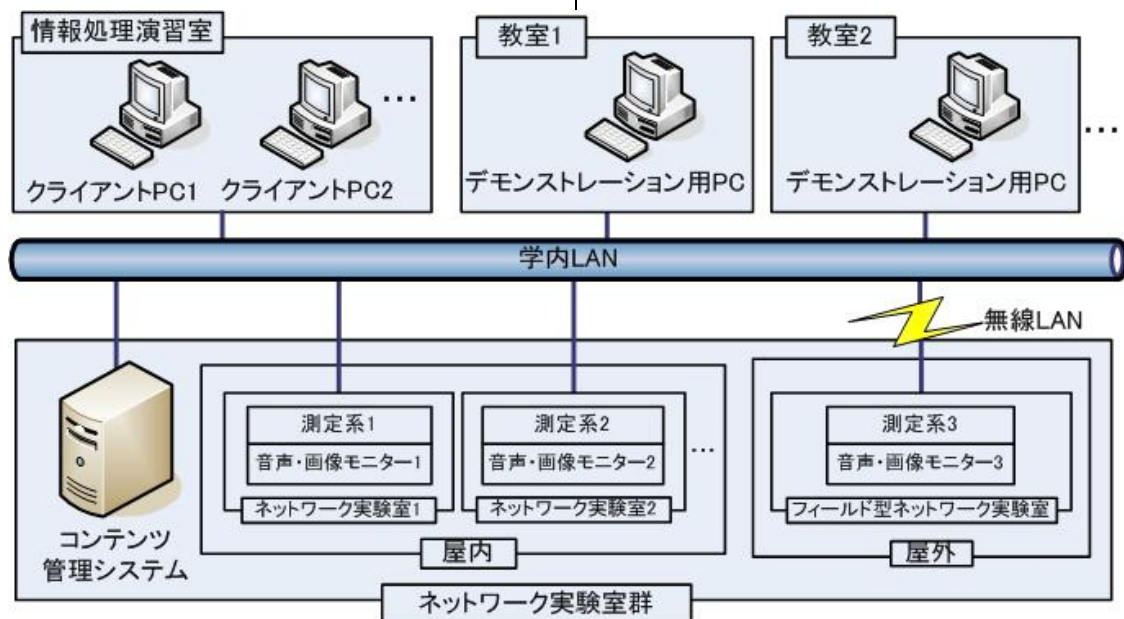


図1 ネットワーク実験室システム概念図

測定機器群および映像機器群から構成され、コンテンツ管理システムは、ユーザ認証用のCMSサーバと遠隔実験測定プログラム、再現実験プログラムとその測定データをダウンロードするFTPサーバから構成されている。クライアントPCで遠隔実験プログラムを用いて測定したデータをコンテンツ管理システムのFTPサーバにアップロードすることでコンテンツの自己増殖を可能とした。

#### 4. 研究成果

(1) ネットワーク実験室の機能拡張とその成果およびeラーニング教材としての位置付け：

従来開発してきたネットワーク実験室に以下の機能拡張を行った。

①実験装置等選択型ネットワーク実験室の構築（雑誌論文①，②参照）：

一個の評価サンプルに対して、遠隔で複数の実験装置を切替えて実験を行うことで、例えばLEDの逆方向電流電圧特性試験（破壊試験）における評価サンプルの劣化パラメータ評価を可能とした。またチップLEDの微発光特性試験において、複数の評価サンプルに対する遠隔顕微鏡映像評価を可能とした。図2にリアル実験体験型eラーニングコンテンツの一部を示す。

②フィールド型ネットワーク実験室の構築（後藤・横山・秋山・臼井，フィールド型ネットワーク実験室のプラットフォーム設計，岐阜高専情報処理教育・研究報告，第38号，pp51-54(2011)参照）：

従来のネットワーク実験室は、室内実験を主としたものであったが、太陽電池の日射強度依存性等のいわゆるフィールド実験をネットワークに接続し、ネットワーク実験室の機能拡張を行った。このフィールド型ネットワーク実験室のリプレイ実験機能を利用して、例えば植物成長観察など野外実験に適用することで日照時間、降雨量等の自然環境パラメータと植物の成長速度など、高速再生実験により概念認識ではなく実体験を可能とするコンテンツ作成を期待できる。

③実験用eラーニングコンテンツ自己増殖型サーバの構築（学会発表①参照）：

ネットワーク実験室管理サーバを構築し、LED関連の実験、太陽電池の実験、放電管の実験等を遠隔実験測定プログラム（ランタイム形式）とそのプログラムを動作させるVEE用ランタイムソフト、再現実験プログラムとそのデータ群をXOOPSを核としたCMSサーバに格納し、半導体デバイス用のeラーニングコンテンツとして開発してきた。また、従来は1個の遠隔実験測定プログラムに対しては、1対1対応した再生速度可変の再現実験プログラムしかなく、遠隔実験プログラムの異なるデータについては、ユーザが希望するパラメータ組み合わせ、映像組み合わせ等で同時に再現実験することができなかった。本研究において、このユーザ主導型再現実験を可能とする汎用性再現実験プログラム（リプレイ実験コンテンツ）も開発した。

(2) リアル実験体験型のeラーニング教材開発とインパクト性：

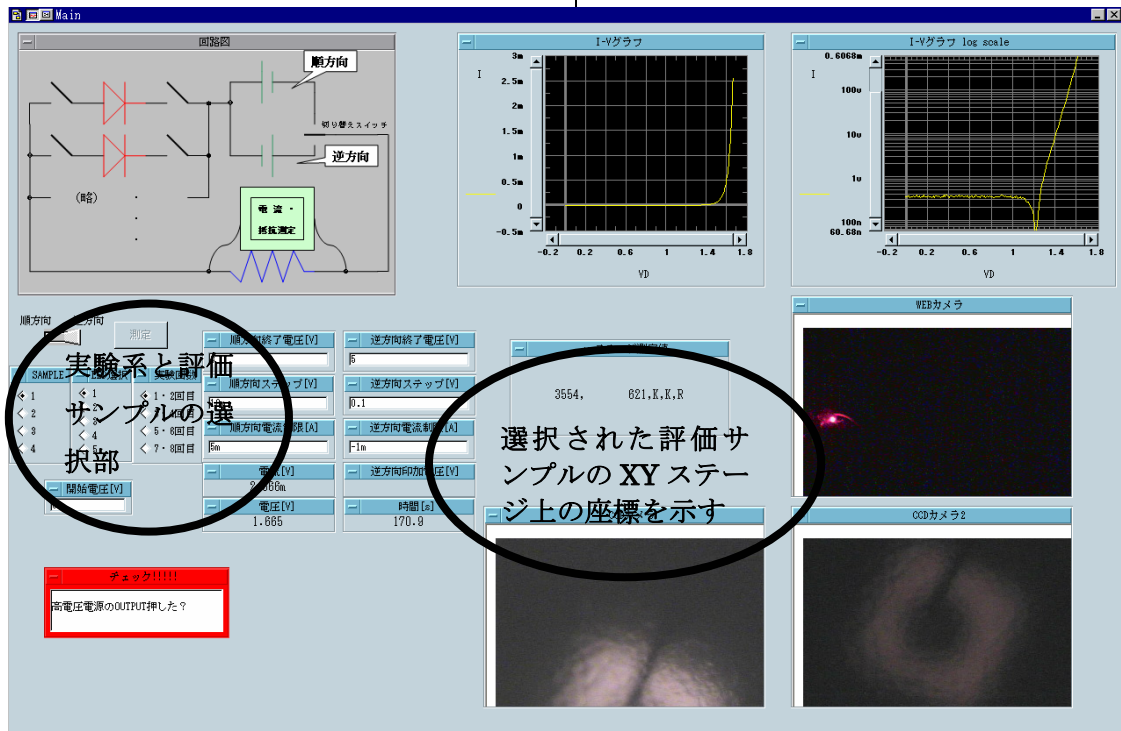


図2 遠隔実験測定プログラムのパネルビュー動作状態（順方向測定時）

①～③の新しい機能を持ったネットワーク実験室を開発したことで、教科書に書かれた概念実験ではなく、新たな実験データを見つける能動的実験体験を可能とした。例えば、一般的には教科書でのLEDの逆方向IV特性については、発光現象の観察を示唆する記事がなく、その実験そのものがLEDの劣化試験であること等についての知見を得ることが困難であった。しかし本ネットワーク実験室を用いたリアル実験体験型eラーニング教材を用いた場合、逆方向発光現象が順方向発光現象と異なるメカニズムによることや、LEDの劣化現象と劣化パラメータの推定などを体験できる、インパクトのある実験体験を可能とした。

### (3) 今後の展望

今回、開発したネットワーク実験室の機能拡張は、破壊試験や非可逆的現象等に有効であることが実証されたので、他の実験コンテンツへの適用や、コンテンツの増加に伴うネットワーク実験室管理サーバの再検討および、ロボットアームを実験助手とするネットワーク実験室の機能開発を行い、より効果的なリアルデモ実験体験型コンテンツのプラットフォーム開発を予定している。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

①臼井敏男, 横山亜美, 半導体実験用ネットワーク実験室の機能拡張, 論文集「高専教育」, 査読有, 34号, 2011, 395-400

②臼井敏男, 横山亜美, ネットワーク実験室の機能拡張, 岐阜高専紀要, 査読有, 45号, 2010, 57-62

[学会発表] (計3件)

①秋山寛樹, 臼井敏男, ネットワーク実験室用CMS設計とリプレイ実験コンテンツ開発, 第58回応用物理学関係連合講演会, 神奈川工科大学, 2011.3.25

②横山亜美, 臼井敏男, ネットワーク実験室の機能拡張に関する研究II, 第71回応用物理学会学術講演会, 長崎大学, 2010.9.15

③横山亜美, 臼井敏男, ネットワーク実験室の機能拡張に関する研究, 第70回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.9

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

臼井 敏男 (USUI TOSHIO)

岐阜工業高等専門学校・電子制御工学科・教授

研究者番号: 20232829