

同志社大学様 双方向電源 導入事例

「柔軟な制御」がキーワード
幅広く多用途に使いたいため、自前で制御プログラムが
作成できることが重要

同志社大学は、1875年に新島襄によって創立された同志社英学校がその前身となっており、現在では14学部、16研究科を擁する総合大学となっています。国際文化都市「京都」に立地しており、京都の豊かな自然と日本の文化に日常的に触れながら学業に打ち込むことができます。

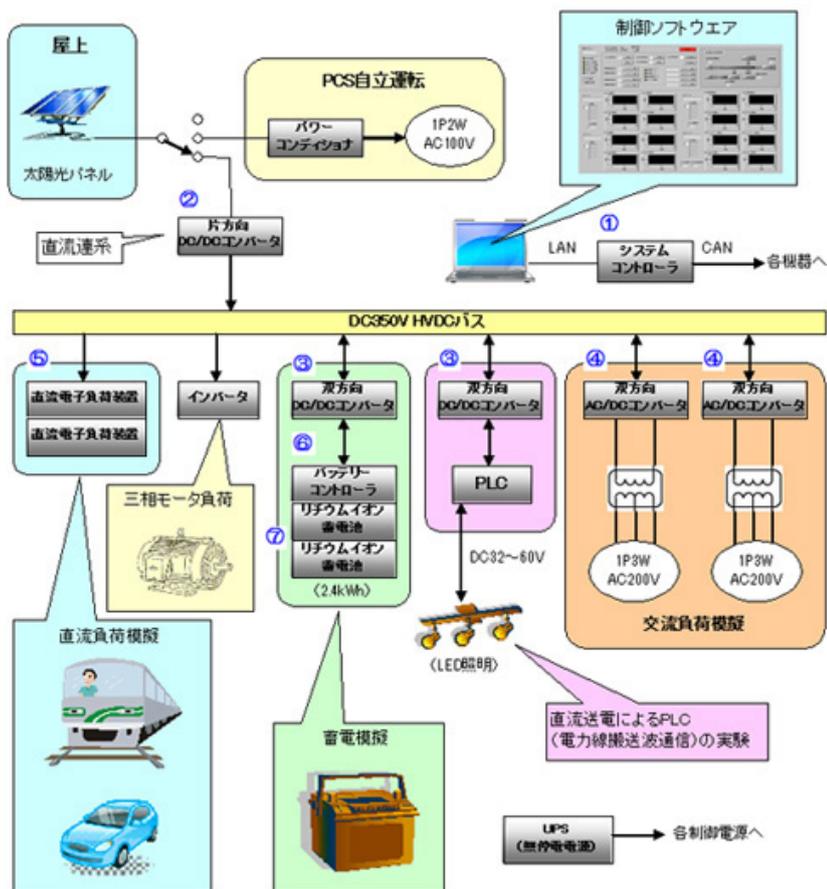
今回ご導入いただいたシステムは、主に直流配電のシミュレーション・実験用設備としてご使用中のものです。また、配電のみならず、鉄道や電気自動車までのモデリング及び直流でのPLC（電力線搬送波通信）の実験、さらに屋上に設置された太陽電池パネルにも接続されています。



同志社大学

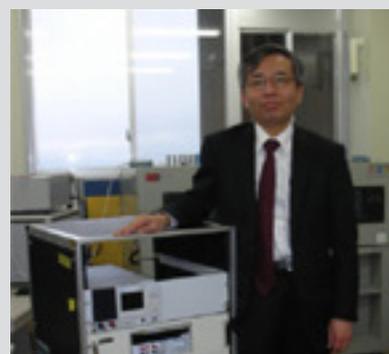
鴨川河畔にほど近く、緑豊かな京都御苑と相国寺に隣接する今出川キャンパスは1875年の同志社英学校創立以来、130年以上に渡って「同志社建学の精神」が脈々と受け継がれてきました。また、1986年に開校された京田辺キャンパスは、なだらかな丘陵地に広がる790,000㎡もの広大なキャンパスで、約9,000人が学生生活を送っています。さらに、2010年に開設された多々羅キャンパスは、外国人留学生や地域住民との交流拠点であるとともに、多数のスポーツ施設を有しており、新たな課外教育活動の場として期待されています。

システム概要図



お話をうかがった方

理工学部電気工学科
インフラストラクチャー研究センター
センター長
長岡直人教授



システム構成

	名称	型式	数量	概要
①	システムコントローラ	NT-SC	1	CAN, LANインターフェース内蔵
②	片方向DC/DCコンバータ	NT-LD-2000E	1	定格電圧：50～450V / 定格電流：20A
③	双方向DC/DCコンバータ	NT-DD-2000A	1	定格電圧：36～60V / 定格電流：52A / 定格電力：2kW
④	双方向AC/DCコンバータ	NT-AD-2000	2	最大容量：2.2kW（系統連系時） 2kW（自立運転時）
⑤	直流電子負荷装置	LN-1000C-G7	2	負荷部定格：500V, 36A, 1000W
⑥	バッテリーコントローラ	NT-BM1002	1	最大容量：19.2kWh / 動作電圧範囲：40～60V / 動作電流範囲：0～100A
⑦	リチウムイオン蓄電池	NT-BT1200A	2	1.2kWh / 24A typ. / 放電終止電圧 32V

同志社大学様 双方向電源 導入事例

長岡教授 インタビュー

Q1. 現在までのご研究内容を教えてください

主に電力、中でも過渡現象を中心に行っています。電力ケーブルの過渡現象解析をはじめとする系統の過渡現象数値解析や電力機器のモデリングを行っています。ご存じのように電力分野の実験は簡単ではないので、コンピュータの力を借りて物事を明らかにしてゆくこととなりますが、総じて言えば「電力の安定供給に寄与する」という研究になります。

専門的な話になりますが、過渡現象の解析・モデリングには、いわゆる「時間領域」と「周波数領域」法があります。我々の研究室では、いずれも取り扱っていますが、特に周波数領域での計算を「得意」としています。と言うよりも、世界的にはほとんど時間領域で解析されており、当研究室の「特異」な技術という方が正しいかもしれません。

過渡現象では、例えば「雷サージ」と言われる高速な現象から、直流にいたる低速な現象まで、電力系統を安定に有用するための数値解析・モデリングを行います。これは、変圧器などの電力機器だけではなく、ケーブル、送電線、鉄塔なども含めた総合的な解析・モデリングとなります。過渡現象には定常現象も含まれ、過渡現象を解析すれば当然ながら定常現象まで出てきます。最近のパワーエレクトロニクス機器も電力設備の中に入ってきていますが、パワーエレクトロニクス技術はスイッチング現象、すなわち過渡現象の塊ですので、パワーエレクトロニクスの解析も研究しています。その中で特徴的なことは「周波数領域」によるモデリングです。時間領域で考える場合、時間の中だけでクローズしますが、周波数変換法の場合、時間軸と周波数軸を行ったり来たりしなければなりません、多くの知見を得ることが出来ます。そのような中でパワーエレクトロニクスを含めたモデリング法を考えています。

また、現在は電池に注目が集まっていますが、電力設備の中にも蓄電池が導入されつつあります。電池のモデリングが盛んになされている電気化学の分野では、電池インピーダンスの計測はもっぱら交流信号を入れて測定する「定常周波数領域法」によりなされてきました。これに対して我々は「過渡現象法」を提案しています。時間領域の過渡現象は周波数の情報も含んでおり、電池の特性も過渡現象から周波数領域での結果を短時間で得ることが出来ます。雷サージなどで培った電力系統モデリングの技術により、過渡現象から周波数領域の特性を知る技術を電池の分野に応用し、電池の劣化現象を解析すること目標に現在研究を進めています。

もうひとつの注目分野は電力系統でのパワーエレクトロニクス技術で、その中でも現在興味を持っているのは直流での送配電系統（電気鉄道ではき電系統）です。研究成果の一例は、JR西日本さんと共同で開発した鉄道用の大規模な蓄電装置です。この中で、電池寿命を検討する必要に迫られ、前項の電池の研究に及んでいます。今後の研究キーワードは蓄電池、直流配電系統、鉄道でしょうか。今後は直流が大きなテーマとなり、色々なことに使える実験装置が要求されます。つまり、鉄道専用ではなく、配電にも使えるなど、汎用的な直流の実験設備があれば色々なところで使えるからです。

Q2. ご研究で最も重視されているポイントは？

いわゆる、「インフラ」に関する研究を行っているので「安全・安心」が最も重要と考えています。全ての研究に共通する重要なポイントは、「高安定度」と「信頼性」でしょうか。

Q3. ご研究されている中で、ご苦労されていることは？

研究は苦労の塊のようなものですが、強いて言えば「養成したスペシャリストがいずれは卒業していく」ということでしょうか。これは、「大学」「学校」の特徴でもある訳ですが、嬉しくもあり、悲しくもあり、これが苦労と言えば苦労かも知れません。毎年新人が入ってきて、院生でも3年（学部生の場合は1年）でひとつの研究を行わなければならない訳です。これが苦労でもあり、使命でもある。そこが難しいところですね。このため、研究用の設備は容易に使えた方が本来の研究に時間を割けるのでありがたいですね。研究用の設備はソフトウェアも含めて「設計ポリシー」がしっかりしたものでないと、習得に時間がかかるので採用しにくいです。

Q4. 現在の研究室の人員数は？

教員2名、全体で50名くらい。学部学生の中で半数は卒業後も院生として残っています。

Q5. 弊社の双方向電源システムご導入の経緯は？

実は、元々研究室の学生から提案が来たもので、システムの設計はもちろん、メーカーさんなどの対外的なやりとりも全て学生が主導して行いました。メーカーさんにはご迷惑をかけたことがあるかも知れませんが、本学の方針として、システムアップ等含めて全て学生にやらせるのが基本となっているからです。最初から自分で携わったものは一生懸命やりますからね。



設置された双方向電源システム

Q6. 弊社製品の具体的なご使用目的は？

今後の直流システムの増加を見据えて、直流配電のシミュレーションを行っています。鉄道や先々は電気自動車までのモデリング、バッテリーを用いた蓄電システムの研究です。また、屋上に設置された太陽光発電装置との直流連系も行っており、自然エネルギーの有効利用についても検討しています。それに加えてPLC（電力線搬送波通信）。交流では昔からの古典的な技術ですが、これを直流に適用しています。

現在、直流システムで安定運用を阻害する要因として危惧しているのはノイズの問題です。直流配電系統のウィークポイントはおそらくノイズになるでしょう。交流と異なり規格も無い状態であり、インバータが直結された

場合インバータノイズが配電系に流入・流出する可能性があります。電車のき電系統ですすでに問題になり、対策が実施されています。

電車の場合は、送配電系と負荷がクローズしているのので対策は比較的取りやすいのですが、不特定多数の負荷が接続される一般的な配電系統では対策が難しいと思われれます。しかし、我々は元々雷の電磁界解析に関するシミュレーションも得意としており、これが応用して対応できると考えています。



屋上に設置された太陽光パネル

Q7. 弊社製品を実際にお使いになったご感想は？

さきほどお話ししたように、導入前の企画段階から学生が参画しており、導入後のソフトウェア開発も全て学生によるものです。この開発もお手本なしのゼロからの出発ですが、学生の独学で構築しています。私は困ったときに相談に乗る程度ですね。導入した設備は幅広く多用途に使いたいため、「柔軟な制御」がキーワードであり、自前で制御プログラムを作成することが重要です。パラメータの変更により自動車にもなり、鉄道にもなる・・・など。

本学の方針は「リクエストベース」となっており、学生はやりたいことがあれば「企画書」を作成し、提出するようになっています。いわゆる学校スタンダードではなく、社会のスタンダード、有る意味「実社会」では普通環境でしょうか。この手法は時間がかかりますが、学生自ら考え、提案して作ったシステムを完成させ、自ら使うのは楽しく、嬉しいものようです。場合によっては問題や不具合も発生しますが、自分で作ったものだから対策や問題解決への意識が全く違います。このように、同志社は「自主」「自立」がキーワードになっており、自主性を重んじた教育を行っています。

Q8. 今後の研究テーマについてお聞かせください。

蓄電システムについて、従来は数値シミュレーションのみで行っていましたが、今後は実機検証を含めて行います。また、数値シミュレーションは「日」「月」「年」などの長時間のシミュレーションには適していませんが、このような場合、実験装置を使って数値シミュレーションと組み合わせて行くと効率が良いと言えます。信頼性を高めるには様々な視点から見る必要があり、数値シミュレーションだけではあらかじめ想定した範囲でしか結果は現れません。これに対して実験装置は「生身」であり、数値シミュレーションだけではわからない特性や、シミュレーションでは難しいノイズなど色々なことがわかってきます。インフラ系では信頼度が最も重要であり、実験装置を使った問題点の克服がひとつの重要なテーマとなっています。