第15章 データ収集器CBL2の利用

数ナビのオプション機器であるデータ収集器 CBL2 (Calculator-Based Laboratory 2) を利用する と、多数のセンサーを接続して実データを直接収集することができます。たとえば、下記のように、非 常に多彩なセンサーを利用することができます。他にも、多数のセンサーに接続できます。

速度計	加速度計	血圧計	CO2 濃度計	吸光度計
溶解酸素計	加重計	筋電計	圧力計	Cl-イオン計
変位計	酸素濃度計	塩分計	温度計	表面温度計
K 熱電対	紫外線計	電力系	回転変位計	土壤水分計
液滴計数計	Ca2+イオン計	pH センサー	分光光度計	赤外線温度計

CBL2 は、グラフ電卓の種別とセンサーとを自動的に判別して、デー タ収集のために必要なソフトウェアを電卓側に転送します。その後は、 そのソフトウェア (DataMate) を起動するだけで、いろいろなデータ を収集することができます。最大で3個のセンサーを接続して同時に データ収集することが可能であり、データ収集のタイミングなども細か く指定することができます。メモリー容量にもよりますが、最大で毎秒 50.000 個のデータを収集可能です。収集されたデータは数ナビ側に



表データとして転送されるので、前章で説明した数ナビの表計算機能 (Data Matrix Editor) を利用すれば、いろいろなデータ解析を容易に行うことができます。

以下では、このデータ収集器の利用法について説明します。実験実習の授業で、この機器を利用す ることもあるので、そのようなときに参考にしてください。あるいは、上記のセンサーを利用して自 分で実験をしてみたいときは、多数のセンサーを学科で所持しているので、実験担当の先生に相談し て下さい。

15.1 データ収集の流れ

15.1.1 データ形式

最初に、この機器を利用して得られるデータの形式について説明します。測定されたデータは2つの形式で保存されます。1つは「cbldata」という「data」形式のファイル名で保存されます。一定の時間間隔で測定した場合、1列目には測定した時間、2列目には測定したデータが書き込まれています。 測定時間は、測定開始時刻を「0」として書き込まれ、測定を繰り返すと、ファイルの内容が書き換えられて行きます。このファイルは、APPS」にある Data Matrix Editor でデータ形式を「data」として読み込むことができます。 もう1つのデータは、「list」形式のデータです。「cbldata」のデータの1列目と2列目は、「list」 形式(数値や文字を並べたもの)のデータとして、「cbldata」とは別に「l1」「l2」というファイル名 で保存されています。これらのデータも、Data Matrix Editor でデータ形式を「list」に指定すれば 読み込むことができます。さらに、ある操作を行えば(p.115)、実験を行うたびに測定データを順繰り にシフトさせて、「l2」~「l4」のファイルに保存できます。つまり、合計で3回の測定データを保持 することができます。

15.1.2 データ収集の流れ

センサーを通したデータ収集は,数ナビ (TI-89Titanium) とデータ収集器 (CBL2), そして必要な センサーを用意した上で,以下の手順によります。

(1) ケーブルで接続

数ナビとデータ収集器 CBL2 とをケーブルで接続して,数ナビの電源を入れます。CBL2 側に 電源スイッチはありません。

(2) ソフトウェアの転送

データ収集を行うには、それを行うソフトウェア (datamate) を CBL2 から数ナビに転送する 必要があります。転送するには、CBL2 の上部左端にある「TRANSFER」のボタンを押します。 CBL2 は接続されている電卓の種別を自動判断して、必要なプログラム (datamate) を転送しま す。転送が終了すると、ビープ音が鳴ります。

転送されたかどうかは、数ナビ側で 2nd -(var-link) を押します。 すると、数ナビに登録されているファイルやソフトウェアの一覧が表示 されます。転送が終了していると、「datamate」の他に、「dat」で始 まる多数のファイル群が表示されます。この転送作業は、使用する数ナ ビに対して一度行えば、その後は転送作業は不要です。



(3) センサーの接続

次に、センサーを接続します。左側に接続口が3個あるので、センサーが1個だけのときはCH1 に、2個のセンサーを接続するときはCH1とCH2に接続します。右側にある「DIG/SONIC」の 箇所は、距離センサーを利用するときに使います。ここでは、温度センサーをCH1に接続するも のとして説明します。

(4) DataMate の起動

センサーを接続したら、数ナビの基本画面 (HOME) で、データ収集用 のソフトウェア (datamate) を起動させます。入力行で、 alpha) を利用し て「datamate()」と打ちこみ ENTER] を押します。「datamate」はプ ログラム名です。括弧内には引数を入れることになりますが、datamate は引数は持たないので、括弧内に何も打ち込む必要はありません。引数 がない場合でも、括弧() は省略できません。



起動すると、datamate は接続されているセンサーを自動的に判別し、そのセンサーを利用する ためのソフトウェアを自動的に組み込みます。 (5) メイン画面

DataMate が正しく起動すると右図のようなメニュー画面が現れ、画 面上部には接続されているセンサーの名称と、そのセンサーによる現 在の測定値がリアルタイムで表示されます。この画面が、DataMateの メイン画面です。種々の設定や実際のデータ収集は、この画面から行い ます。

(6) データ収集の諸設定

多くのセンサーは自動検出型になっているので、特に細かい指定をすることなくデータ収集を 開始できるはずです。デフォルトでは、毎秒1個のデータを3分間(180秒)収集するように設定 されています。それが、上段の「MODE」の箇所に記されている「TIME GRAPH-180」という ことです。必要であればこの設定を変更します。

この設定を変更するには、 \blacktriangle マを利用して \blacktriangleright を「MODE」 の箇所に移動させて ENTER を押します。すると、「SELECT MODE」画面が現れます。(p.27) ここで表示されるメニューのう ち、実際の実験で使用しそうなものは 2~5のメニューです。

F1+ F2+ Tools Zoom	F3 F4 TraceRe9raph	F5+ F6+ F MathDrawP	2012) en[2]
	SELECT MO	DE	
1:LOG [2:TIME 3:EVEN1 4:SINGL 5:SELE()ATA GRAPH IS WITH EN E POINT CTED EVEN	NTRY TS	
6:RETUR	IN TO SETU	JP SCREE	EN
MAIN	RAD APPROX	FUNC	BUSY

SELECT MODE 画面

• 2: TIME GRAPH

「2」を押すと、測定間隔(秒)と測定回数を指定することができます。デフォルトでは、毎 秒1回のデータを3分間(180秒)測定するように設定されています(p.9~10)。「2: TIME GRAPH」を押すと、3つのメニューが表示されます。

「1: OK」を押すと前の画面に戻ります。

「2: CHANGE TIME SETTINGS」を選択すると、「TIME BETWEEN SAMPLES」(デー 夕測定の時間間隔) や「NUMBER OF SAMPLES」(測定データの個数,測定回数)を指定 することができます。この2つの値を指定することで「3: EXPERIMENT LENGTH」(測 定時間) は自動的に決まります。測定間隔は秒単位で求められますが、単位が「秒」という だけであり整数である必要はありません。相当細かい時間間隔での測定が可能です。



• 3: EVENTS WITH ENTRY

「3」を押すだけで、「MODE」の箇所が「EVENTS WITH ENTRY」に変更されます。こ の設定を行ってメイン画面に戻って「2: START」を押すと、ENTER を押すたびにデータを 1 つ集め、そのデータと1 つの数値とを関連付けます。「PRESS [ENTER] TO COLLECT」 と表示されたら ENTER を押してデータを収集します。次に「ENTER VALUE?」と表 示されるので、収集したデータに関連させる数値を打ち込みます。この作業を繰り返すこと になります。データ収集を打ちきるときは STO を押します。

- 110 一関工業高等専門学校物質化学工学科
 - 4: SINGLE POINT

「4」を押すだけで、「MODE」の箇所が「SINGLE POINT」に変更されます。これを 指定してメイン画面から「2: START」を押すと、1秒間に1回のデータを10秒間収集し、 その平均の値を表示します。この場合は、データとしては1個の平均しか表示されません。 その値は、画面には表示されてもファイルには記録されません。また、データ収集の時間間 隔や、測定回数も変更できません。

• 5: SELECTED EVENTS

「5」を押すだけで、「MODE」の箇所が「SELECTED EVENTS」に変更されます。こ の設定を行ってメイン画面に戻って「2: START」を押すと、ENTER を押すたびにデータ を1つ集めます。測定中のデータは画面に表示され時間とともに変化しています。「PRESS [ENTER] TO COLLECT」と表示されるので、ENTER を押すごとに押した瞬間のデータ が収集されます。収集を打ちきるときは STO を押します。

収集したデータは、データ収集を行った回数の数値とともにファイル (cbldata) に記録されます。つまり、n 回目の測定値を x とすると、1 列目には n の値、2 列目には対応する測定値 x の値が保存されます。

(7) データの収集

必要な設定が終わったら、「OK」の箇所を何度か押して、最初のメイン画面に戻ります。そして、「2: START」を押せばビープ音と共にデータの収集が開始され、収集したデータが画面にプロットされていきます。設定した時間が終了するとビープ音が鳴ってデータ収集を終了し、改めで画面設定を最適化してグラフを表示します。 ENTER を押すと、メイン画面に戻ります。

(8) データの解析

得られたデータを近似する回帰直線や回帰曲線を求めたいときは、「4: ANALYZE」を利用します。 直線回帰 (y = ax + b)や、放物線回帰 $(y = ax^2 + bx + c)$ 、べき乗回帰 $(y = a \cdot b^x)$ 、指数回帰 $(y = a \cdot e^{bx})$ を行うことができます。

これ以外の回帰を行いたいときは、いったん DataMate を終了します。収集したデータは cbldata というファイル名で保存されているので、 APPS の Data Matrix Editor からこのファイルを開 けば、エクセルと同様の表計算や統計機能を利用したデータ解析を行うことができます。

(9) パソコンへのデータ転送

CBL2 で収集したデータは、数ナビ側に cbldata というファイル名で保存されています。この ファイルをパソコンに転送して、エクセルで種々の解析を行うこともできます。また、DataMate が表示するグラフ画面をキャプチャーして、パソコンにファイル保存することもできます。

いずれも「TI-CONNECT」(フリーソフト)というソフトウェアをパソコンにインストールす る必要があります。このソフトのインストールの仕方や使用法については,別途説明します。

15.2 データ収集の詳細

前節と重複する部分もありますが、以下では datamate のメイン画面の詳細について説明します。

15.2.1 データ収集と諸設定

DataMate が正しく起動すると右図のような内容のメニュー画面が現 れ、画面上部には接続されているセンサーの名称と、そのセンサーによ る現在の測定値がリアルタイムで表示されます。この画面が、DataMate のメイン画面です。種々の設定や実際のデータ収集は、この画面から行 います。

F1+ F2+ 1 Tools/Zoom TF CH 1:TE	73 F4 Tace <u>Regrap</u> 1P(C)	hMathDra 22	• F7 •5:: wPen::: 2•68
MODE : SEL	ECTED I	EVENTS	
1:SETUP		4:ANAL'	ZE
Z:STHRT 3:GRAPH	:	5:100L: 6:QUIT	°
MAIN	RAD APPROX	FUNC	BUSY

[注意] このメニューを通して変更を行った後は、必ずこの「メイン画面」にまで戻ってください。実際のデータ収集は、このメイン画面で「2: START」を押すことで実行されます。このことは、他の箇所でいろいろな変更を加えたときも同様です。種々の設定を行って実際のデータを収集するには、このメイン画面まで戻ることが必要です。

メイン画面の内容

- 1: SETUP 接続したセンサーが自動検出されて必要な設定が行われます。接続したセンサー を検出できないときは、このメニューから使用するセンサーを設定することができます。な お、自動検出型ではないセンサーの場合は、このメニューから手動で設定する必要がありま す。圧力センサーや pH センサーは手動で設定する必要があります。
- 2: START これを選択すると、設定された条件によりデータの収集を開始します。
- 3: GRAPH 収集したデータの最小値や最大値をもとに,画面の範囲を自動的に適正化して, グラフを表示します。
- 4: ANALYZE 直線回帰, 2次回帰, べき乗回帰, 指数回帰などの統計計算を行います。
- 5: TOOLS 収集したデータを数ナビ側に転送したり、電池消耗度のチェックなどを行います。
- 6: QUIT このメニューを終了します。

1: SETUP

接続されているセンサーを確認したり、センサーの調整などを行うには、「1: SETUP」を利用します。「1: SETUP」を選択すると、どのようなセンサーが接続されているかが表示され、それぞれのセンサーについて、測定回数やデータ収集時間の間隔などを調整(CALIBRATE)

することができます。なお、パソコンとい違い、番号を押してから次の画面が表示されるまでに 多少の時間がかかるので、気長に待ってください。「1: OK」「2: CALIBRATE」「3: ZERO」 「4: SAVE/LOAD」の4つのメニューが表示されます。それぞれ、次のような内容です。

- (1) 「1: OK」を押すと、メイン画面に戻ります。
- (2)「2: CALIBRATE」を押すと、センサーに対して種々の調整を行うことができますが、すべてのセンサーについて調整可能なわけではありません。このメニューから調整できないときは、「2」を押しても画面は切り替わりません。



複数のセンサーを接続しているときは、画面上部にどのチャンネルに接続されているかが 表示されるので、これから調整を行うセンサーの左側に ▶ があることを確認してから「2」 を押してください。その位置は [▲], [▼] で変更することができます。

- 112 一関工業高等専門学校物質化学工学科
 - (3)「3: ZERO」を押すと、現在の測定値をゼロとして設定します。ただし、すべてのセンサーで ゼロ点の設定ができるわけではありません。温度センサーや光センサーでは、このメニュー からゼロ点の設定はできません。
 - (4)「4: SAVE/LOAD」を押すと、データ収集用の各種の設定や、これを押す直前に行った測 定データを CBL2 に保存することができます。「4」を押すと「Experiment Menu」が表示 されるので、そのメニューから、データの保存・呼び出し・消去などを行うことができます。

実際の調整

実際のデータを収集するには、データを収集する時間の間隔や、 何個のデータを収集するのか等について細かく指定する必要があ ります。デフォルトでは、1秒間に1個のデータを3分間(180秒) 収集するように設定されています。それが、上段の「MODE」の 箇所に記されている「TIME GRAPH-180」ということです。



この設定を変更するには、 \blacktriangle を利用して \blacktriangleright を「MODE」の箇所に移動させて (ENTER)を 押します。すると、「SELECT MODE」画面が現れます。 (p.27) ここで表示されるメニューの うち、実際の実験で使用しそうなものは 2~5 のメニューです。

SELECT MODE 画面

• 2: TIME GRAPH

「2」を押すと、測定間隔(秒)と測定回数を指定することが できます。デフォルトでは、毎秒1回のデータを3分間(180 秒)測定するように設定されています(p.9~10)。「2: TIME GRAPH」を押すと、3つのメニューが表示されます。



「1: OK」を押すと前の画面に戻ります。

「2: CHANGE TIME SETTINGS」を選択すると、「TIME BETWEEN SAMPLES」 (データ測定の時間間隔)や「NUMBER OF SAMPLES」(測定データの個数,測定回数)を 指定することができます。この2つの値を指定することで「3: EXPERIMENT LENGTH」 (測定時間)は自動的に決まります。測定間隔は秒単位で求められますが、単位が「秒」と いうだけであり整数である必要はありません。相当細かい時間間隔での測定が可能です。





N SECO	NDS:	5 \$6-0 (14-0	
ENTER N OF SAMP 30	UMBER LES:		
MAIN	RAD APPROX	FUNC	5/30

• 3: EVENTS WITH ENTRY

「3」を押すだけで、「MODE」の箇所が「EVENTS WITH ENTRY」に変更されま す。この設定を行ってメイン画面に戻って「2: START」を押すと、 ENTER を押すた びにデータを1つ集め、そのデータと1つの数値とを関連付けます。「PRESS [ENTER] TO COLLECT」と表示されたら [ENTER]を押してデータを収集します。次に「ENTER VALUE?」と表示されるので、収集したデータに関連させる数値を打ち込みます。この作業を繰り返すことになります。データ収集を打ちきるときは「STO」を押します。

• 4: SINGLE POINT

「4」を押すだけで、「MODE」の箇所が「SINGLE POINT」に変更されます。これを 指定してメイン画面から「2: START」を押すと、1秒間に1回のデータを10秒間収集し、 その平均の値を表示します。この場合は、データとしては1個の平均しか表示されません。 その値は、画面には表示されてもファイルには記録されません。また、データ収集の時間 間隔や、測定回数も変更できません。

• 5: SELECTED EVENTS

「5」を押すだけで、「MODE」の箇所が「SELECTED EVENTS」に変更されます。 この設定を行ってメイン画面に戻って「2: START」を押すと、 ENTER を押すたびに データを1つ集めます。測定中のデータは画面に表示され時間とともに変化しています。 「PRESS [ENTER] TO COLLECT」と表示されるので、 ENTER を押すごとに押した瞬 間のデータが収集されます。収集を打ちきるときは STO を押します。

収集したデータは、データ収集を行った回数の数値とともにファイル (cbldata) に記録 されます。つまり、n 回目の測定値を x とすると、1 列目には n の値、2 列目には対応する 測定値 x の値が保存されます。

2: START

いろいろな設定を終えたら、「OK」あるいは「RETURN …」 の箇所を押して、最初のメイン画面にまで戻ってください。その メイン画面で「2: START」を押すことでデータ収集が行われま す。「2」を押すと、ビープ音とともにデータ収集が開始され、収集 した値が画面にプロットされます。



データを収集するたびに、画面範囲は自動的に適正化されていきます。指定した回数(あるい は時間)の測定が終わると、ビープ音が鳴り測定が終了します。そして、全データを画面に表示 できるよう画面範囲が改めて最適化されてグラフが表示されます。 ESC を押すと、グラフか ら抜け出てメイン画面に戻ることができます。右上図は、77度のお湯に入れて熱したステンレ スセンサーを室外に放置し、毎秒1個のデータを30個測定したときのグラフです。30秒後は50 度まで低下しています。

3: GRAPH

センサーが1つの場合は、データの測定が終了すると、「3: GRAPH」を押さなくても自動 的に画面が最適化されてグラフが表示されます。グラフから抜け出てメイン画面に戻ってから、 もう一度そのグラフを表示したいときは、「3」を押せばグラフが再度表示されます。

GRAPH MENU 画面

センサーが複数の場合は、データ測定が終了すると自動的に「GRAPH MENU」画面になり ます (p.12~13)。この画面では、どのセンサーで収集したグラフを表示するかを指定できます。 画面の上部に「CH1」「CH2」「CH2 VS. CH1」の3つが表示されるので、どのセンサーのデー タを表示するかを ▼ ▲ で ▶ を移動させて選択します。「CH2 VS. CH1」を指定すると、横軸 に「CH1」のデータを、縦軸には「CH2」のデータを取ったグラフが表示されます。 ENTER を 押すと選択したデータのグラフが表示され、もう一度 ENTER を押すと「GRAPH MENU」画 面に戻ります。

• 2: SELECTD REGION

グラフの特定部分だけを切り取って再表示させたいときは「2: SELECT REGION」を 選択します (p.13)。最初に「SELECT LEFT BOUND」と表示されるので、 ◀ ▶ で選 択したい部分の左端を指定して ENTER,を押します。次に「SELECT RIGHT BOUND」 と表示されるので、同様にして右端を指定して ENTER を押すと、指定した部分が切り取 られて画面に再表示されます。

• 3: RESCALE

グラフの目盛りを変更したいときは「3: RESCALE」を押します (p.14)。横軸や縦軸の 両端の値を手動で指定することができます。

- 「1: AUTOSCALE」では、自動で最適な範囲が設定されます。
- 「2: XSCALE」では, *x* 軸の左端 (xmin) と右端 (xmax) を指定できます。
- 「3: YSCALE」では、 y 軸の下端 (ymin) と上端 (ymax) を指定できます。
- 「4: RETURN」で元の画面 (GRAPH MENU) に戻ります。

4: ANALYZE

「4」を選択すると、「ANALYZE OPTIONS」の画面が表れま す。この画面を通して、測定したデータをよく近似する曲線の当 てはめや、平均や標準偏差等の基本統計量を計算することができ ます。



ANALYZE OPTIONS 画面

• 2: CURVE FIT

「2」を選択すると回帰モデルの一覧が表示されるので、モデルの種類を指定します。 「LINEAR」を指定すると直線回帰を行い、データを最もよく近似する直線 y = ax + b を求 めます。「Y VS. X」により、y 軸と x 軸にどの値を取るかを指定します。時間に対する、各 チャンネルデータの直線回帰や、複数センサー間のデータの直線回帰の他に、「7: MORE」 を押すことで「Power」はべき乗関数 $y = a \cdot b^x$ 、「Quad」は 2 次関数 $y = ax^2 + bx + c$ 、 そして「Exp」は指数関数 $y = a \cdot e^{-bx}$ による回帰もできます。それぞれの係数を表示し た後で、ENTER を押すと求めた回帰曲線がグラフ表示されます。下図は、指数回帰を選 択した場合の図です。

なお、これ以外の曲線で回帰したい場合は、DataMate を抜け出て、<u>(APPS</u>) にある「Data Matrix Editor」を利用することになります。



• 3: ADD MODEL

「3」を選択すると、自分で回帰モデルの式を入力することができます。ただし、この機能を利用するには、DataMateを起動する前に ◆ F1 を押して関数定義画面の箇所でモデル式を事前に定義しておくことが必要になります。

• 4: STATISTIC

「4」を選択してデータの上限と下限を指定すると、その範囲内にあるデータに関して、 平均、最大値、最小値、標準偏差、そしてデータ数を表示します。

• 5: INTEGRAL

自分で範囲を指定することにより、その範囲内でグラフを積分した値を表示します。

5: TOOLS

「TIME GRAPH」の設定で測定すると、1列目にはデータ収集 を開始してからの時間、2列目にはその時間の測定データを書き 込んだ表データ「cbldata」として、数ナビ側に自動的に転送され ます。1つのセンサーで測定すると、測定を繰り返すごとにデータ ファイル「cbldata」の内容は次々に上書きされていきます。



一方, 測定データはリスト形式(数値を並べたもの)でも保存されています。測定時間は「11」, 測定データは「12」というファイル名で保存され,測定を繰り返すとその内容が上書きされてい きます。要するに, cbldata の1列目だけのデータが「11」で,2列目だけのデータが「12」です。 測定データを保存しておきたいとき,「12」のデータを「13」にシフトさせることができます。 この操作を行うと,次に測定を行ったときのデータは「12」に保存され,最初の行ったデータは 「13」に残っていることになります。データは「14」までシフトさせることができるので,「12」 ~「13」の計3回分の測定データを保存しておくことができます。

以上の操作は、「5: TOOLS」を押して現れる「TOOLS 画面」の「2: STORE LATEST RUN」で行うことができます。

なお、 <u>(APPS</u>)の Data Matrix Editor を利用すると、以上のようなリスト形式のデータを一つの表にまとめることもできます。

TOOLS 画面

• 1: STORE LATEST RUN

「1」を押すと、保存済みのデータを「12」から「13」にシ フトさせます。つまり、「12」の内容が「13」にコピーされま す。「1」を押すごとに保存済みの内容は「1n」の「n」の番号 が1つ増え、最大で「12」~「14」まで合計3回の実験データ を保存することができます。



[URL] https://yunavi.lsv.jp/ti89man.html

116 一関工業高等専門学校物質化学工学科

この機能は、距離センサーでは使用できません。また、複数のセンサーを使用している ときも使用できません。

• 2: RETREIVE DATA

CBL2は、数ナビと接続しなくてもセンサーを通したデータ収集を行い、そのデータを CBL2内に保存しておくことができます(「Quick Set-Up」の機能)。この操作は、そのよ うにしてデータを収集したとき、そのデータを数ナビ側に転送するときに必要になります。 「2」を押すと、CBL2に保存していた測定データが数ナビ側に転送されます。

• 3: CHECK BATTERY

「3」を押すと、CBL2の電池の残量をチェックします。CBL2はかなり電池を消耗する ので、長時間の実験を行うときはACアダプターを利用するようにしてください。

• 4: RETURN TO MAIN SCREEN

メイン画面に戻ります。

6: QUIT

実験を終了して datamate を終了するときに押します。終 了してよいかどうかの確認を求めるメッセージ画面が現れる ので, F5)を押すことで基本画面 (HOME) に戻ります。



画面の最初に表示されているのは、データ収集の時間はリストの「l1」に、CH1 に接続され たデータは「l2」に、CH2 に接続されたデータは「l3」に、そして CH3 に接続されたデータは 「l4」に保存されていることを示しています。これらのデータの詳細は、APPS」の Data Matrix Editor を利用すれば見ることができます。

また,センサーが1個しか接続されていないときは,すでに述べたように「5: TOOLS」を利用すれば「12~14」をデータの保存場所として利用することができます。

このマニュアルは,独立行政法人日本科学技術振興会の平成22年度~24年度科学研究費補助金 基盤研究 (C) 課題番号22500830 (研究代表者:梅野善雄)の支援を受けて作成されたものです。