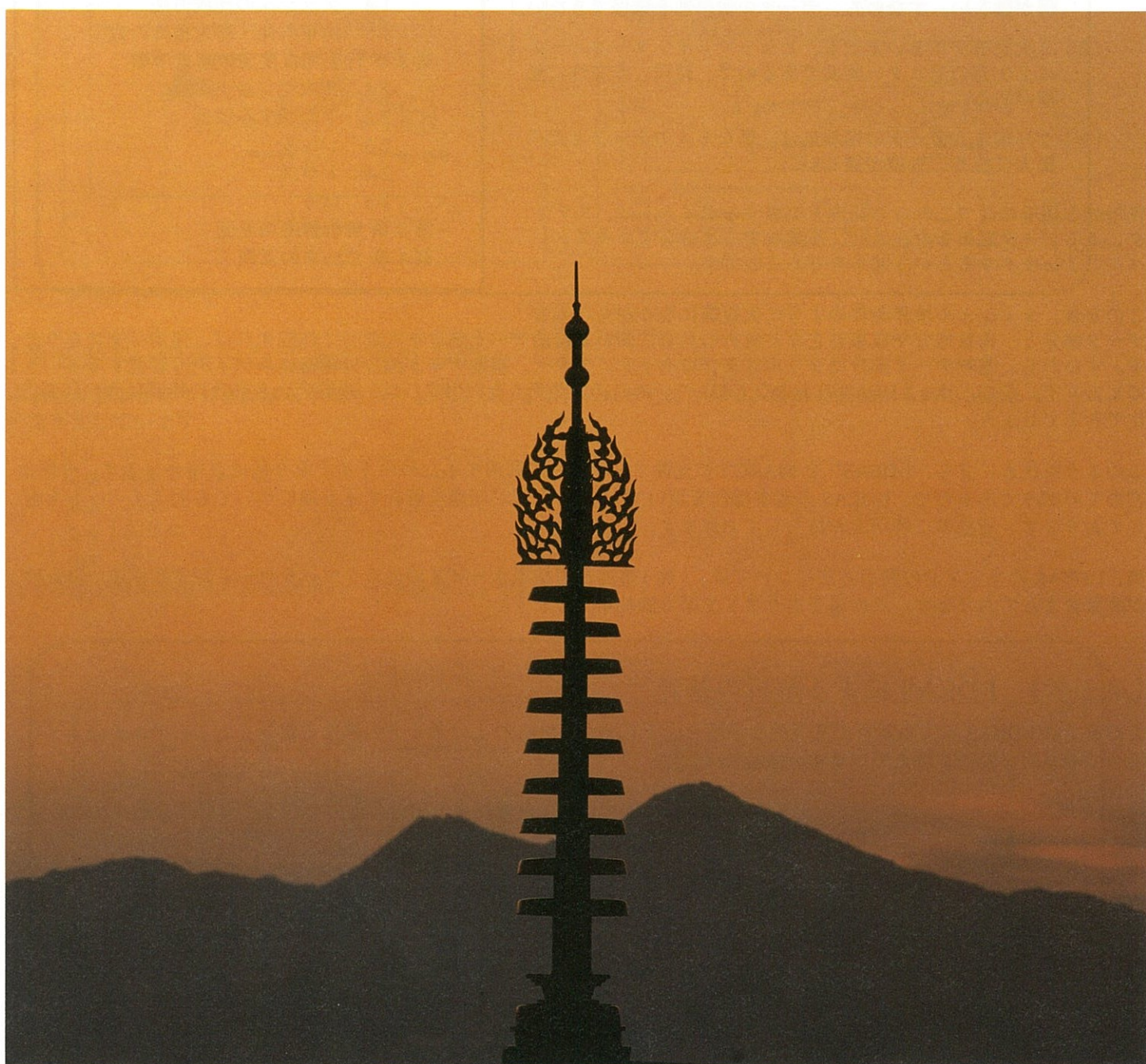


vol.98-4

Mech D & A News

Mechanical Design & Analysis Co.

November 1998



奈良 二上山

【特集】 I-DEASによる非線形構造解析の支援

FEM Consulting Services for Engineering Practice
URL <http://www.mech-da.co.jp>

【特集】 I-DEAS による非線形構造解析の支援

はじめに

最近の CAE 業務では、プリポストプロセッサを用いた対話形式でデータを構築することが一般的になってきました。しかし、データの作成の全てをこれらのプロセッサに頼ると、以下のような本質的な問題点に直面し、解析の品質が著しく低下することがあります。

- (1) 次々に現れる画面上での作業になるので、そのログの管理が難しい。すなわち、データの信頼性を確保できない。
- (2) 3次元モデルといえども、ヒューマンインターフェースは2次元のモニター画面であるので、結局、作業性に無理がある。
- (3) プリポストデータの情報は、単なる入力データと比べ膨大になり、管理が難しい。

実用的な運用の面でこれらの問題を克服するポイントは、エディタによるデータ編集を介在させ、重要なデータは必ずテキストレベルでチェックするという基本を守ることです。

このとき、メッシュや境界条件のように大規模になりがちな基幹データ部分と、荷重増分や収束判定など解析の品質に関わる補助データ部分を区別して作成すれば、運用は楽になります。すなわち、基幹データ部分はプリポストプロセッサにまかせ、補助データ部分は綿密にエディタで管理するという考え方です。このとき、I-DEAS のような CAD ベースのプログラムを利用すれば、基幹データ部分の作成は大いに省力できるでしょう。

このような視点に立ち、I-DEAS^{*1} を MARC^{*2} の支援ツールとして利用するためのガイドを今回はご紹介します。今回は初めての試みであるので、I-DEAS の基本操作を用いて MARC と同じ問題を解析する手順についても大きくページを割いております。皆様のご利用をお待ちしております。

尚、I-DEAS のコマンドの利用方法については、(株)電通国際情報サービスのカスタマーサポート殿に教示頂いたものが多数含まれております。この場を借りまして厚く御礼申し上げます。

【第1章】 I-DEAS による解析の基礎

この章では I-DEAS による解析の基礎的な手順を説明します。MARC とは考え方の異なる部分もあるので、そのような場合は補足的な説明を加えています。

- | | |
|-------------------|--|
| 1-1 単位系： | I-DEAS では単位を付けて計算結果を出力するので、予め単位系を設定する必要があります。本節でその手順を説明します。 |
| 1-2 パートと FE モデル： | 解析を行なうためには、パートに対して FE モデルを定義しなければなりません。本節でパートと FE モデルの意味とそれぞれの作成、管理手順を記します。 |
| 1-3 要素の種類の設定方法： | MARC では、番号付けされた要素タイプを選択することにより要素を決めますが、I-DEAS では「要素ファミリー」と「要素タイプ」の二つを決めることによって要素を定めます。本節ではその決定方法を説明します。また標準的な要素について MARC との対応表を示します。 |
| 1-4 メッシュの作成方法： | 本節では、以下の3つの方法についてメッシュの作成手順を示します。
A. フリーメッシュ B. マップトメッシュ C. エキスパンド |
| 1-5 拘束条件・荷重条件の設定： | I-DEAS では、メッシュ分割前のジオメトリベースの面や辺への条件の設定ができます。もちろん、要素、節点など有限要素ベースの設定を行なうことも可能です。 |

次頁に第1章の一部を抜粋し、掲載します。

目次

第1章 I-DEAS による解析の基礎

- 1-1 単位系
- 1-2 パートと FE モデル
- 1-3 要素の種類の設定方法
- 1-4 メッシュの作成方法
- 1-5 拘束条件・荷重条件の設定

第2章 代表的な要素の解析手順

- 2-1 3次元ソリッド
- 2-2 平面ひずみ要素
- 2-3 シェル
- 2-4 トラス
- 2-5 はり

第3章 解析精度の評価

第4章 データの互換

5 拘束条件、荷重条件の設定方法
 I-DEAS での拘束、荷重条件の設定方法は、以下に示すジオメトリベースの設定法と有限要素ベースの設定法があります。

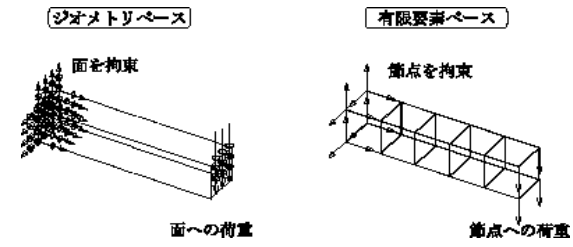
ジオメトリベース

この方法はメッシュ分割前の図形に対し、直接的に拘束、荷重条件等を設定する方法であり、図形の頂点、辺、面に対し条件を設定する方法です。
 単位長さ、単位面積当たりの荷重、あるいはトータルの荷重で設定することができます。

有限要素ベース

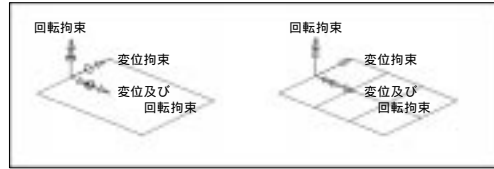
この方法はメッシュを作成後、節点、要素辺に対し条件を設定する方法です。

それぞれの例を図示します。



拘束条件、荷重条件の表示
 以下に拘束条件、荷重条件の表示方法について記します。

- 変位拘束の表示
- ・ 1 重の閉じた矢印は並進変位拘束を表します。
 - ・ 2 重の閉じた矢印は回転変位拘束を表します。
 - ・ ジオメトリへの拘束は矢印に円がつけられて表示されます。



- 荷重条件の表示
- ・ 1 重の開いた矢印は力を表します。
 - ・ 2 重の開いた矢印はモーメントを表します。
 - ・ ジオメトリへの荷重は矢印に円がつけられて表示されます。



拘束条件、荷重条件の設定は以下の順序で行います。
 解析タイプの選択 (5.1 に詳細を記します。)
 拘束条件、荷重条件の設定 (5.2 及び 5.3 に詳細を記します。)
 境界条件セットの作成 (5.4 に詳細を記します。)
 上記 - についてそれぞれの手順の詳細を次ページ以降に記します。

【第 2 章】 代表的な要素の解析手順

本章では以下に示す要素の解析手順を例を挙げて示します。それぞれについて、解析の開始から結果表示まで、全ての作業を記しています。

- 2-1 3次元ソリッド
- 2-2 平面ひずみ
- 2-3 シェル
- 2-4 トラス
- 2-5 はり

以下に第 2 章の手順及び結果表示の一部を抜粋し、掲載します。

4.3 荷重条件の設定
 (力の種類、タイプについての詳細は、[第 1 章 5. 拘束条件、荷重条件の設定]を参照して下さい。)

「力 (Force) (1-2-1) をピックアップします。


荷重をかけるサーフェスを選択し、確定します。



「Traction on Surface」フォームが表示されます。

「荷重セット名 (Restraint Conditions)」(任意)を入力します。

「方向定義 (Direction Definition)」から「ベクトル (Vector)」を選択します。

「Force on Surface」フォーム中の「方向定義 (Direction Definition)」の右側にある  をピックアップします。

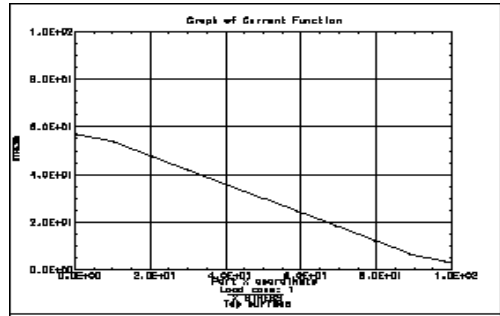
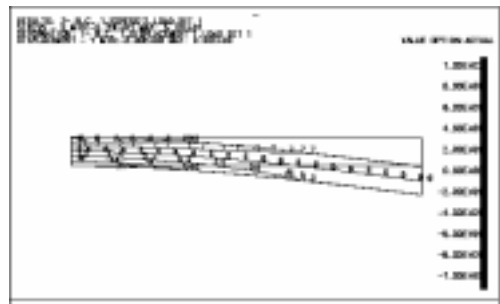
荷重の方向を決定するために、図形のエッジあるいは、座標系の軸あるいは、ワークプレーンのエッジをピックアップします。ここで選択した直線の方向が荷重の方向となります。

荷重の方向が矢印でプレビューされますので、プレビューされた方向でよければ、「はい (Yes)」を選択します。方向を反転させたい場合は、「いいえ (No)」を選択し、荷重の方向を反転させた後、「はい (Yes)」を選択します。

「総力 (Total Force)」を選択します。

「振幅 (Amplitude)」に、力の大きさ "1 0 0" を入力します。

「OK」をピックアップして、「Force on Surface」フォームを閉じます。



【第3章】 解析精度の評価

3次元の複雑な構造をメッシュ分割する場合、6面体要素では、幾何学的に無理を生じることが少なくありません。このような場合、4面体要素によるオートメッシュ分割を採用することが解決の1つとなります。しかし一般に、1次の4面体要素は精度の面で問題があると言われています。そこで第2章で扱った片持ち梁の問題を例として4面体要素の精度を検証しました。

解析モデルを Fig. 1 ~ Fig. 3 に示します。4面体1次、4面体2次、6面体1次の3種類のタイプを検証しました。このうち4面体1次の要素についてはメッシュ分割の粗さを変えて、3種について比較しました。解決の諸元は以下の通りです。

- 形状 : 100 × 10 × 10 mm
- ヤング率 : 20000 kg/mm²
- ポアソン比 : 0.3
- 境界条件など : 左端面を固定し、右端面に集中荷重100kg

Table 2 に解析結果をまとめて示します。4面体1次元要素の結果は、応力・変位共に理論解との差異が大きく、分割をかなり細かくしても精度的に難があります。また本来は同一の値を持つべきである曲げ応力の最大と最小の値もばらつくことが分かります。

一方、4面体2次の要素は、かなり粗い分割であるにもかかわらず6面体1次に比べて同等以上に良好な結果を示し、この種の課題に対して十分な実用性を持つと判断できます。

【第4章】 データの互換

この章では、I-DEAS によって作成したデータを MENTAT で読み込み、MARC 用のデータに変換する手順を示します。

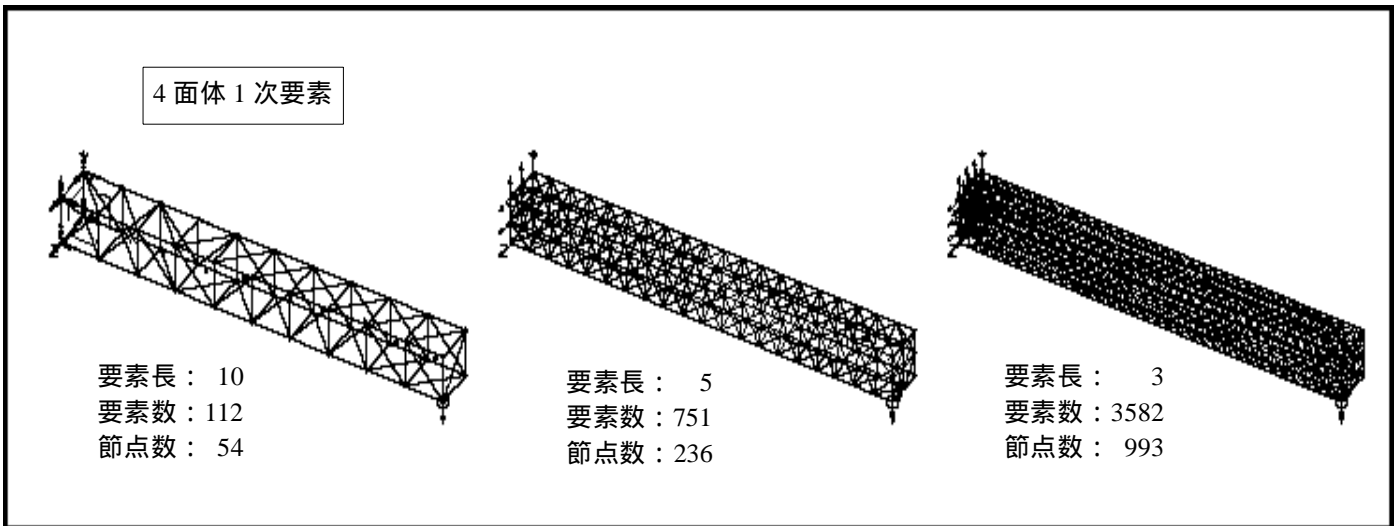


Fig. 1

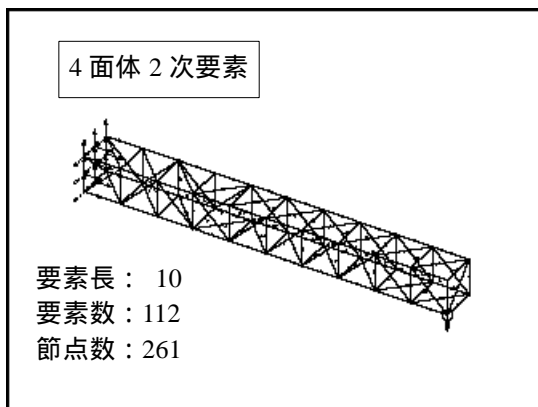


Fig. 2

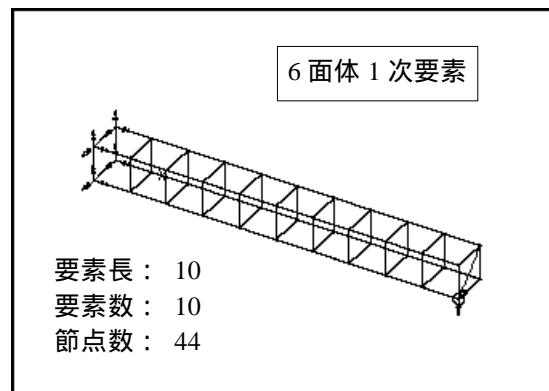


Fig. 3

Table 2 解析精度の評価 (片持ばり)

I-DEAS による解析							
要素の種類	応力			最大変位			
	解析結果		理論解 最大応力	解析結果	理論解		
	最小	最大					
A	4 面体 1 次	-14.5	15.3	60.0	0.65	2.00	
B		-35.6	35.6		1.41		
C		-50.5	47.1		1.75		
D		4 面体 2 次	-59.0		59.0		2.01
E		6 面体 1 次	-57.0		57.0		2.00

MARC による解析									
要素の種類	要素タイプ	応力			最大変位				
		解析結果		理論解 最大応力	解析結果	理論解			
		最小	最大						
A	4 面体 1 次	134	-13.3	13.9	60.0	0.65	2.00		
B			-35.6	35.6		1.42			
C			-50.5	47.1		1.75			
D			4 面体 2 次	127		-59.0		59.0	2.02
E			6 面体 1 次	7		-56.9		56.9	2.01

手順の概略は以下の通りです。

- (1) I-DEAS 上でパートデータとなる直方体の図を作成します。
- (2) Fig. 4 に示すようにジオメトリ上の面に拘束条件および荷重条件を設定します。
- (3) Fig. 5 に示すようにメッシュ分割を行ないます。
- (4) ジオメトリ上の面に設定した拘束条件と荷重条件を Fig. 6 に示すように有限要素ベースの条件に変換します。
I-DEAS でジオメトリ上の面や辺に拘束、荷重条件を設定した場合、MARC ではこの条件を読み込むことができないので、有限要素ベースの条件に変換する必要があります。
- (5) I-DEAS からユニバーサルファイルを書き出します。このとき、要素、節点、拘束、荷重に関するデータがファイルに出力されるよう設定しておきます。
- (6) 作成したユニバーサルファイルを MENTAT で読み込みます。Fig. 7 に MENTAT 320 で読み込んだ図を示します。但し、MENTAT 231 などバージョンが古い場合は、拘束条件と荷重条件が読み込めない場合があります。

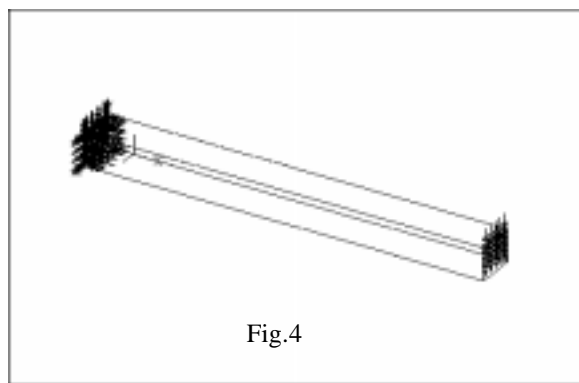


Fig.4

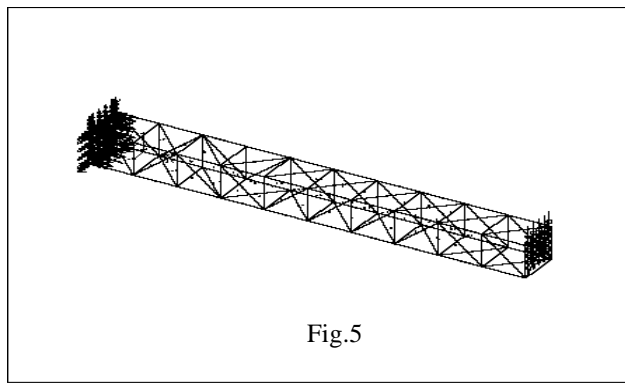


Fig.5

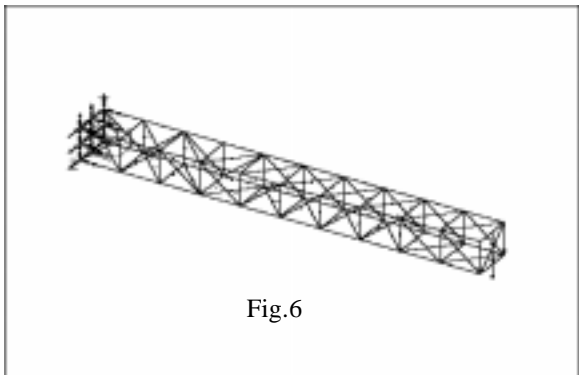


Fig.6

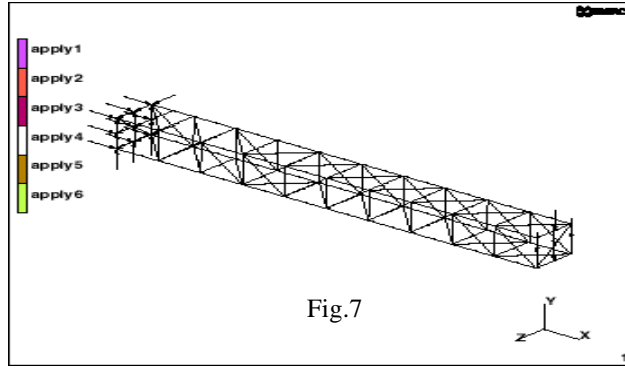


Fig.7

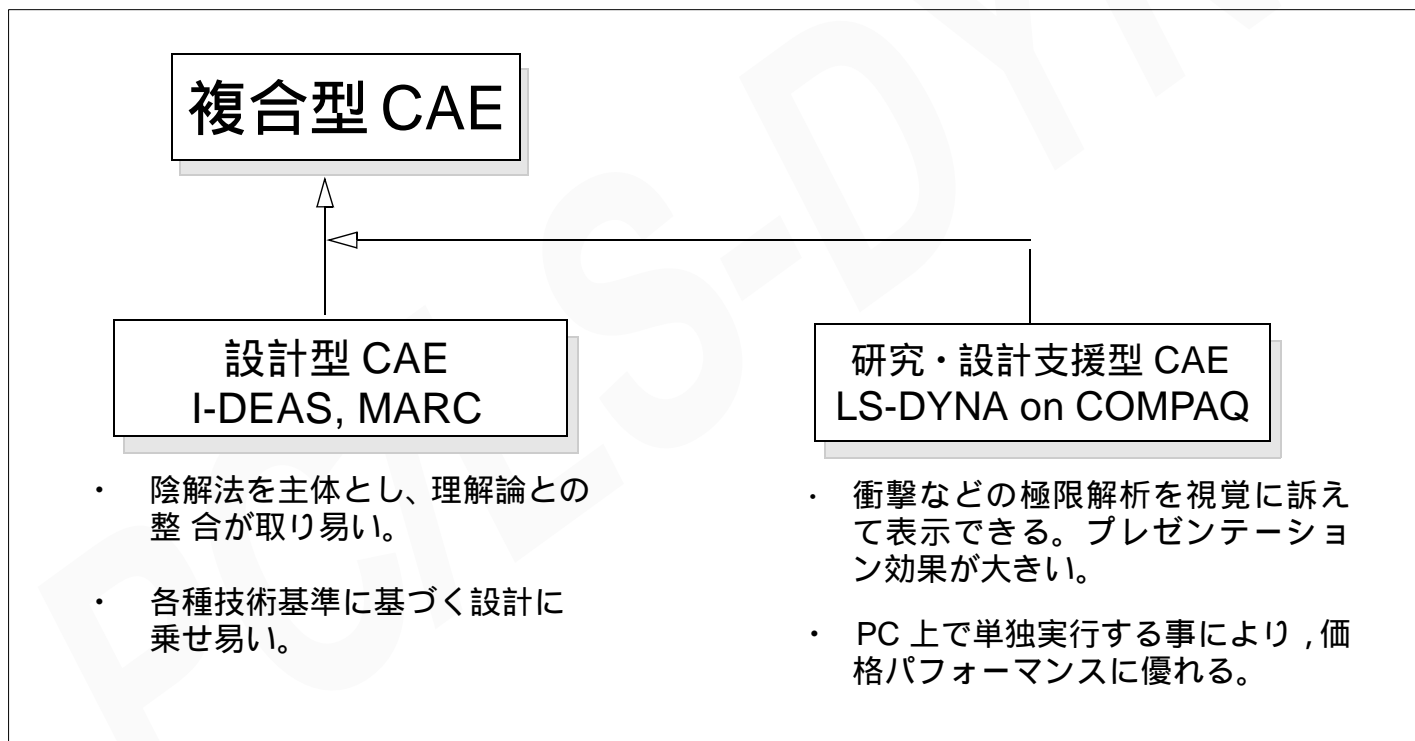
*1 I-DEAS は日本 SDRC 株式会社殿の製品です。弊社は株式会社電通国際情報サービス殿を通じ導入しております。

*2 MARC・MENTAT は日本マーク株式会社殿の製品です。

LS-DYNA ON COMPAQ

- 複合型 CAE への取組み -

弊社では、従来の I-DEAS^{*1}、MARC^{*3} による受託解析業務に加え、LS-DYNA^{*2} とコンパックコンピュータ製品^{*4} の販売を開始致しました。陰・陽両解法を効率的に組み合わせた複合型 CAE の普及をその目的としております。皆様のご利用をお待ちしております。



価格構成

PC/LS-DYNA : 販売価格 170 万円 (プリ・ポスト付は 200 万円)

EWS/LS-DYNA : レンタル価格 360 万円 / 年

- ・ PC 版の販売価格はサポートを含まないプログラム単独の価格です。EWS 版のレンタル価格にはサポート・保守を含みます。
- ・ マニュアルは、株式会社日本総合研究所殿作成の日本語版を用意しております。別売です。
- ・ コンパックコンピュータ製品の構成・価格については弊社宛お問い合わせ下さい。
- ・ お問い合わせ先： 弊社構造解析課 三原・渡辺 TEL0424-82-1539 FAX0424-82-5106

Email : comm@mech-da.co.jp URL: <http://www.mech-da.co.jp>

*1 I-DEAS は、日本 SDRC 株式会社殿の製品です。

*2 LS-DYNA、JVISION の国内総販売元は株式会社日本総合研究所殿です。

*3 MARC/MENTAT は、日本マーク株式会社殿の製品です。

*4 弊社はコンパックコンピュータ株式会社殿の認定製品取扱店です。正規販売代理店であるオムロンマイコンシステムズ株式会社殿の下で販売を行っています。

Mech D & A News 解析データ申込書

ふりがな お名前	
貴社名・御所属	
御住所	〒
TEL・FAX	TEL FAX
フロッピーディスクの種別 (をつけて下さい)	・SUN フォーマット ・Windows ・不要(資料のみ)
通信欄	注: 納品書兼請求書は弊社様式で商品と共に送付致します。 代金の振込手数料はお客様の負担とさせていただきます。

御希望の項目に をつけ、金額を記入して下さい。尚、()内の価格はフロッピーディスクを含まない資料だけの金額です。

最新刊		
1	1. 陰解法と陽解法による動的応答解析 (vol.98-3) 2. I-DEAS による非線形構造解析の支援 (vol.98-4, テキスト全約 200 頁)	¥ 10,000 (¥ 8,000) ¥ 10,000 (¥ 8,000)
2	自励振動の解析 以下既刊 (vol. 95-1.1)	ブレーキを例にとり、クーロン摩擦による自励振動の発生と対策を、速度依存の外力を定義することによって解析しました。 ¥ 5,000 (¥ 3,000)
3	接触による応力集中 (vol. 95-1.2)	曲面同士の接触による応力集中 (Hertz's 応力) の理論解を、接触解析の諸機能 (Gap, CONTACT) を用いて扱った例題です。 ¥ 5,000 (¥ 3,000)
4	凝固プロセスの解析 (vol. 95-2.1)	氷の生成を例にとり、相変化を伴う熱伝導と熱応力を解析した例題です。潜熱と凝固体積変化のモデル化がポイントです。 ¥ 5,000 (¥ 3,000)
5	大ひずみ粘弾性球の衝突解析 (vol. 95-2.2)	粘弾性球の落下衝突を解析した例題です。衝突速度によって反跳の挙動に差が生ずることを明らかにしました。 ¥ 20,000 (¥ 18,000)
6	非ニュートン流体の解析 (vol. 95-3.1)	円管流れの理論解を対象として、粘性流体の速度場を求めました。また、液滴の落下問題を応用例として解析した例題です。 ¥ 15,000 (¥ 13,000)
7	粘弾性解析の基礎モデル (vol. 95-3.2)	Maxwell と Voigt モデルによる粘弾性解析の基礎データです。微小ひずみだけでなく、大ひずみの問題を含みます。 ¥ 10,000 (¥ 8,000)
8	熱衝撃応力の厳密解 (vol. 95-4.1, vol. 95-4.2)	円盤の表面を急冷する問題を例にとり、非定常熱伝導と熱衝撃応力を求めました。理論解と一致する結果が得られました。 ¥ 10,000 (¥ 8,000)
9	ボルト締結の健全性評価 (vol. 96-1)	ボルトの締付力と外力のバランスをモデル化し、締結後の浮上りやへたりを扱った例題です。理論解と一致しました。 ¥ 10,000 (¥ 8,000)
10	ロール圧延の解析 (vol. 96-2)	MARC Contact 機能における摩擦解析の精度を向上させ、ロール接触面での速度および圧力の分布を求めた例題です。理論解と一致しました。 ¥ 20,000 (¥ 18,000)
11	表面張力の解析 (vol. 96-3.1)	水がストロ - の中を表面張力によって上昇する問題を解析し、理論解と一致することを確認しました。 ¥ 20,000 (¥ 18,000)
12	浮遊体の固有振動解析 (vol. 96-3.2)	飛行体のように境界条件を持たない条件下での固有値解析の手法を示す例題です。 ¥ 10,000 (¥ 8,000)
13	衝撃応答の解析 (vol. 96-4)	質点の玉突き衝突、落下による衝撃、及び梁の衝撃曲げの理論解と整合させた例題です。 ¥ 15,000 (¥ 13,000)
14	接触による応力の集中と減衰 (vol. 97-1)	無限の領域を表現するために、半無限要素を適用した例題です。ゴムの JIS 硬さ試験を取上げて検討しました。 ¥ 20,000 (¥ 18,000)
15	MARC ユーザ・サブルーチン支援キット (vol. 97-2)	MARC プログラム本体から、COMMON 変数を用いて種々のデータを取り出すサブルーチンをキットとしてまとめました。 ¥ 50,000 (¥ 18,000)
16	弾塑性材料試験支援キット (Vol. 97-3)	材料の引張試験データを、べき乗則により曲線近似するプログラムをキット化しました。歪速度依存性への応用を含みます。 ¥ 30,000 (¥ 18,000)
17	流体連成振動解析 (Vol. 97-4)	流体によって物体に作用する力の考え方を取りまとめました。付加質量効果を考慮した固有値解析の例題を含みます。 ¥ 10,000 (¥ 8,000)
18	MARCK7 による流体解析 (Vol. 97-4)	厳密解のある定常・非定常流れ、混合距離理論による乱流を扱った例題です。いずれも、理論解・実測値に一致します。 ¥ 20,000 (¥ 18,000)
19	2次元の線形補間・応力の座標変換 (vol. 98-2)	FEM の支援ツールとして、2次元平面内のベクトルによる線形補間、また、2次元・3次元の座標変換を扱った例題です。 ¥ 10,000 (¥ 8,000)

株式会社メカニカル・デザイン・アンド・アナリシス

〒 182-0024 東京都調布市布田 1-40-2-603

TEL0424-82-1539 FAX0424-82-5106

小	計	_____	円
消費税 (5%)		_____	円
合	計	_____	円

URL <http://www.mech-da.co.jp>