

# C4ISR 구조설계 방법론의 민간부문 적용방안

- 체계통합 관점을 중심으로 -

전병욱

국방연구원 정보화연구센터

## Civilian Application of the C4ISR Architecture Design Methodology

Jeon, Byung Wook

Center for Defense Informationalization Studies, Korea Institute for Defense Analyses

E-mail : bwjeon@kida.re.kr

### 요 약

본고에서는 국방 정보체계구축시 표준준수 및 체계통합을 이룩하여 효율적인 합동전력의 운용이 가능한 C4ISR체계의 구조설계방법과 상호운용성을 구현하기 위한 전략을 소개하고자 한다. 이와 함께 국방정보체계 구축시 적용되는 C4ISR 구조설계방법을 Zachman 구조설계방법과 대비하여 향후에 민간부문에서 활용할 수 있는 방안을 고찰하고자 한다.

### 1. 서론

지식기반사회로 진입하기 위한 정보화의 진전은 정보통신기술의 급격한 성장이라는 공학적 현상을 기반으로 하여 “정보가 사회의 지배적 자원”<sup>1)</sup>이 되면서 모든 가치판단기준에 대한 패러다임의 변화를 요구하고 있다. 정보화로 인한 군사안보부문의 변화는 전쟁의 양상, 즉 전쟁의 내용과 방법을 산업사회와 근본적으로 다르게 변화시키고 있다. 이는 정보를 전략적 자산으로 인식하여 군사조직, 전략/전술, 교리 등에 적용하고 미래전 양상에 대처할 수 있는 군사력 건설을 요구하는 것이다.

이미 선진국에서는 군사혁신(RMA: Revolution of Military Affair)을 통해 정보를 전략적 도구로 선정하여 정보통신기술을 기반으로 하는 군사력 건설개념<sup>2)</sup>을 정립하여 추진하고 있으며, 상당한

성과를 이루하고 있다. 우리의 국방분야도 수년 전부터 국방개혁위원회 주도로 국방정보화 및 군사혁신개념을 정립하여 정보통신기술을 기반으로 하는 다양한 전력건설계획을 수립하여 추진 중에 있다. 현재 군사력건설은 전장의 정보우위개념<sup>3)</sup> 구현을 위주로 진행 중이며, 국방정보화는 군사작전을 위한 C4ISR<sup>4)</sup>체계, 자원관리를 위한 CALS/EC/e-Biz, 군사체계획득 및 교육훈련을 위한 모델링 및 시뮬레이션 분야로 구분하여 다양한 체계 구축을 추진하고 있다.

이러한 개념구현과 체계구축은 제한된 전력자산을 가지고 최대의 효과와 전력투자의 효율성을 얻고자 하는 데 있다. 이는 군 및 국가가 보유한 C4I 및 ISR 자산들을 네트워크를 통해 연결하여 국방

1). 최신용, “정보사회와 권력관계의 변화,” 박재창 편저 「정보사회와 정치과정」 (서울: 비봉출판사, 1993), p.35.

2). Vadm Arthur K. Cebrowski, USN, and John J. Garstaka, Network Centric Warfare: Its Origin and Future, *Proceedings of the Naval Institute* 124:1 (January 1998): pp28~35.2).

3). 정보우위(Information Superiority): 정보수집자산과 타격체계를 네트워크로 직접 연결하여 수집한 정보를 전장의 모든 전투요원이 공유하고 신속한 의사결정으로 적절하고 효율적으로 타격체계를 운용함으로써 적의 주요 전력 마비와 함께 의사결정주기를 교란하여 전쟁의 승리를 유도하는 개념.

4). C4ISR: Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance

전력의 통합적 운용을 달성할 수 있는 도구로서 모든 전력자산을 하나의 거대한 시스템으로 구성하는 것을 목표로 하는 것이다. 이를 위해 다양한 체계간에 상호운용성과 표준을 준수하는 강력한 체계통합이 요구된다. 또한 안보환경, 국방목표, 전략/전술, 정보기술 등의 변화를 신속하고 신축적으로 대응할 수 있는 체계설계개념 및 방법을 채택할 필요가 있다.

본고에서는 현재 국방분야에서 적용하고 있는 구조설계방법을 소개하고 민간분야에 확대 적용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

## 2. C4ISR 구조설계 방법론<sup>5)</sup>

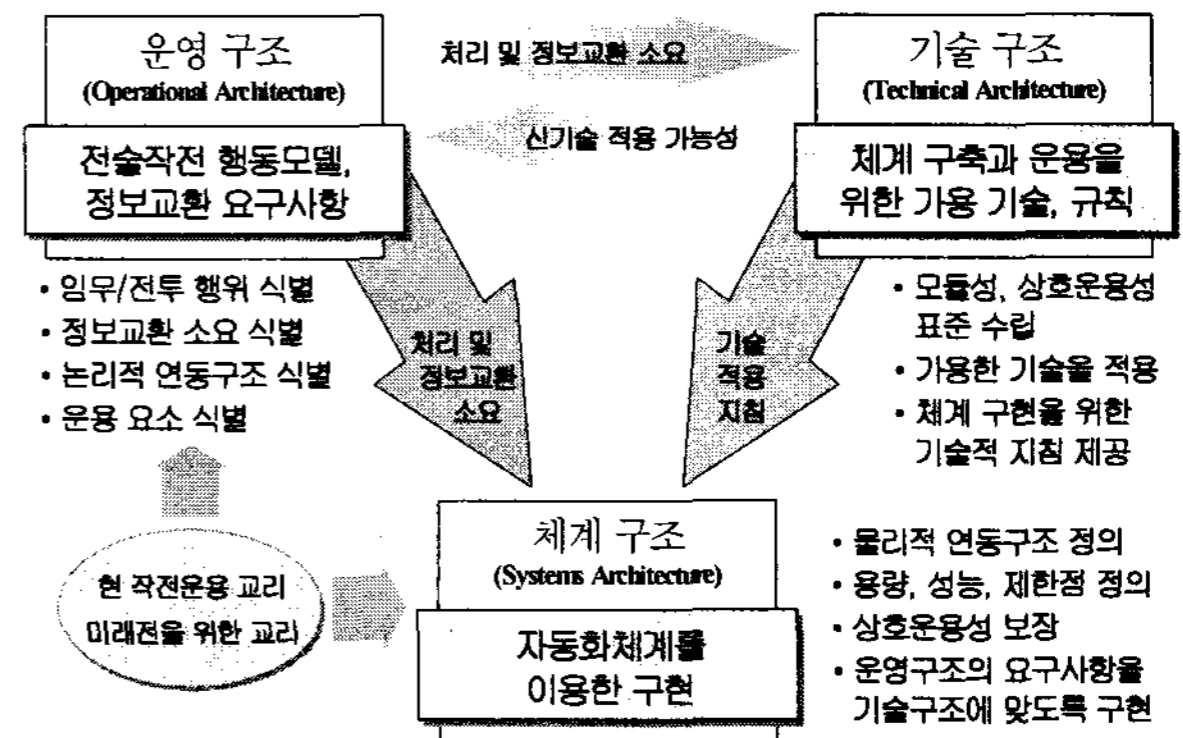
### 2.1. C4ISR 구조의 개념

구조(Architecture)란 구성요소, 구성요소 사이의 관계 및 구성요소의 설계와 진화를 관장하는 원칙과 지침들의 구성을 의미하며, C4ISR 구조는 현재 또는 미래 시점에서의 정의된 “C4I 영역(Domain)”의 구성요소가 무엇이고, 이 구성요소들이 무엇을 수행하고, 이 구성요소들이 어떻게 서로 관계를 맺으며, 이 구성요소들이 기능을 발휘하는 규칙과 제약들을 사용하여 표현한 것으로 정의할 수 있다.

C4ISR 구조의 구성요소들은 관심의 수준에 따라 다르다. 예를 들면, “영역(Domain)”은 국방분야 전체에서 개별기능분야 또는 기능분야의 그룹이 될 수 있다. “구성요소(Component Parts)”는 각 군이 국방부 수준의 구성요소가 되고, 지상의 위성기지가 국이 통신네트워크 수준의 구성요소이며, 워크스테이션 A는 시스템 X의 구성요소가 될 수 있다. “구성요소가 하는 일”은 고수준의 운영개념과 같이 일반적일 수도 있고, 이들이 수행하는 저수준 행동과 같이 세부적일 수도 있다. “구성요소가 어떤 관계를 갖는가”는 아주 고수준의 지휘구조에 조직을 어떻게 맞추는가와 같이 일반적일 수도 있고, 한 부대가 얼마나 통신을 자주 할 것인가와 같이 세부적일 수도 있다. “구성요소가 기능을 발휘하는

규칙과 제약”이란 고수준 교리와 같이 일반적인 것을 의미할 수도 있고, 이들 구성요소가 사용하는 전자우편표준과 같이 세부적인 것을 의미할 수도 있다. 여기에서는 구조설명과 구조구현을 구별하는 것이 중요하다. 구조의 설명은 자원, 규칙, 관계 등의 현재 또는 가정된 실세계 현상의 표현 또는 청사진을 의미한다, 구조의 구현은 청사진을 설계, 개발, 획득하는 절차를 통해 구조설명이 실제 능력과 자산의 구현으로 변환됨을 의미한다.

C4ISR 구조개념의 3가지 관점은 <그림 1>과 같이 운영구조, 체계구조, 기술구조로 구분할 수 있다.



<그림 1> 3가지 관점의 구조개념

운영구조(Operational Architecture)는 작전임무를 수행하거나 지원하기 위한 업무 및 활동, 작전요소, 그리고 정보의 흐름을 설명한다. 운영구조는 요구된 상호운용성(Interoperability)를 결정하기에 충분히 세부적인 정보교환의 필요기준을 제시한다. 체계구조(System Architecture)는 운영구조가 제시하는 요구사항을 제공하거나 지원하는 체계를 식별하며, 상호연결에 대한 내용을 설명한다. 기술구조(Technical Architecture)는 상응하는 체계들이 요구하는 능력들을 구현하기 위해 필요한 요소들의 배열, 상호작용, 상호의존성을 지배하는 기준 및 규칙들을 설명하는 것이다.

C4ISR 구조의 일관성과 통합성을 갖기 위해 구조설명은 여러 구조적 관점사이의 명백한 결합을 제공해야 한다. <그림 1>은 3가지 관점의 구조의 결합형태를 설명하고 있다. 이와 같은 결합은 통합된 임무운영요구와 이를 지원하는 체계와 특성에 대한 효과적도, 그리고 지원 시스템의 획득/개발을 관장하는 세부기술 기준에 대한 응집력이 있는 감사추적(Audit Trail)을 제공하는 데 필요하다.

5). 이 내용은 C4ISR Architecture Working Group, C4ISR Architecture Framework, Version 2.0, December 18, 1997, C4ISR Integration Task Force, C4ISR Architecture Framework, Version 1.0, June 7, 1996. Defense Information Infrastructure(DII) Common Operating Environment(COE) version 3.1, Baseline Specifications, April 29, 1997.을 발췌 및 요약 정리한 것임.

## 2.2. 상호운용성

상호운용성(interoperability)에 대한 정의는 크게 작전적 상호운용성과 기술적 상호운용성으로 구분된다. 미 국방부 및 합참의 문서에서 제시하는 작전적 및 기술적 상호운용성 정의는 다음과 같다<sup>6)</sup>

- 작전적 상호운용성 : 시스템, 부대 또는 세력이 다른 시스템, 부대 또는 세력에게 서비스를 제공하거나, 이들 시스템, 부대, 세력들로부터 서비스를 제공 받아 보다 효과적이고 효율적으로 운용될 수 있는 능력 (미 합참 Joint Pubs 1-02);
- 기술적 상호운용성 : 통신-전자 시스템 또는 통신-전자 장비의 부품들이 이들과 사용자 사이에 직접적이고 만족스럽게 정보 또는 서비스를 교환할 수 있을 때 이들 체계 또는 부품 사이의 달성된 상태(조건) (미 합참 Joint Pubs 1-02).

즉, 작전적 상호운용성의 궁극적인 목표는 전쟁에서 승리하기 위해 필요한 모든 정보를 전장의 모든 지휘관이 접근할 수 있도록 해주기 위해 장비, 절차, 교리, 훈련의 측면과 사람, 조직, 장비가 함께 효과적으로 운용될 수 있는 능력을 포함한 여러 측면을 가진다. 반면에 기술적인 관점에서는 시스템 또는 장비를 통해 정보와 자료를 주고 받을 수 있는 능력이라 할 수 있다.

포괄적인 의미에서의 상호운용성 구조는 Moslow의 인간육구 계층모델에서 유도된 Hufnagel<sup>7)</sup>의 상호운용성 모델이 있다.

- 정치적 상호운용성 : 정치적 육구달성을 위한 주권국 사이의 합의/계약 (예, NATO)
- 부처간 상호운용성 : 국가정책과 합의의 공식화
- 군사적 상호운용성 : 합참/각군/지역사의 역할, 임무, 절차
- 문화적 영향 : 국가/군 수준의 행동패턴 극복의 선행 필요 (편협주의, 이기주의)
- 시스템 상호운용성 : 무엇을 얼마나 할 것인가에 집중

- 기술적 상호운용성 : 시스템 인터페이스에 필요한 표준, 메시지양식, 프로토콜; 비트, 데이터, 물리적 수준의 호환성 검토 필요

이 모델은 완벽한 상호운용성을 달성하기 위해서는 5가지 기본적인 문제, 즉, 정치적, 부처간, 군사적, 시스템간, 기술적 상호운용성이 달성되어야 하며, 가장 기본적인 정치적 상호운용성에서부터 마지막으로 기술적 상호운용성이 만족되어야 함을 나타낸다.

## 2.3. 공통운영환경

공통운영환경(COE: Common Operating Environment)은 합동차원의 전력자산 운용의 효율화를 위한 상호운용성 구현을 달성하기 위해 표준형 C4I체계 운용환경을 개발하기 위한 것으로 개념을 미국방성에서 발전시킨 것이다. 공통운영환경의 기본개념은 소프트웨어의 재사용과 상호운용성을 강조하는 것으로 다음과 같은 내용을 포함한다:

- 상호운용 가능한 체계구축을 위한 아키텍처 및 접근방법
- 임무분야별 응용체계 지원을 위한 기반구조
- 런타임 실행환경의 정확한 정의
- COE 컴플라이언스 달성을 위한 정확한 요구사항
- COE원칙 실현과 COE 컴플라이언스 측정을 위한 자동화 도구세트
- 소프트웨어 통합을 위한 자동화 프로세스
- 재사용 가능한 소프트웨어 컴포넌트 수집
- 소프트웨어 재사용 접근방식과 방법론
- 소프트웨어 컴포넌트에 접근하기 위한 API

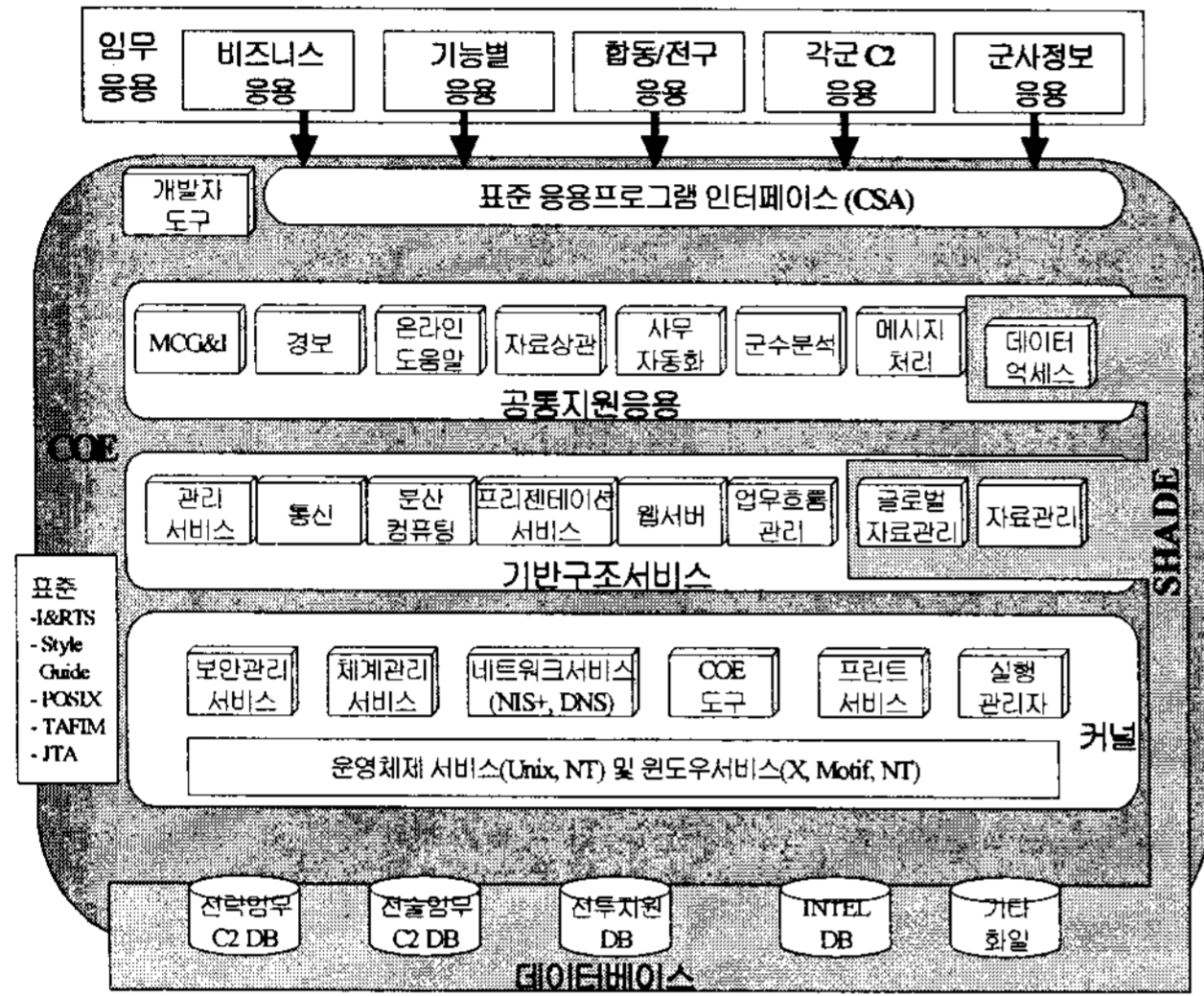
공통운영환경은 클라이언트/서버 모델에 입각하여 설계된 일종의 'Plug and Play' 개방형구조로 목표체계에 세그먼트라고 하는 관리 가능한 작은 단위로 기능을 추가하거나 제거하기에 용이하게 구성한 것이다. 세그먼트는 내부적 소프트웨어 구조가 아니라 운용자에게 의미가 있는 기능으로 정의된다.

이러한 방법으로 소프트웨어를 세그먼트로 구축하는 것은 특정 임무요구를 충족하거나 운용기지에 대한 하드웨어 요구사항을 최소화하기 위해 시스템을 형상화하는 데 상당한 융통성을 허용하는 강력한 개념이다. 공통운영환경 개념은 마이크로소프트 윈도우(Microsoft Windows<sup>®</sup>) 패러다임과 유

6). Joint Chiefs of Staff, "Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms", as amended through December 7, 1998(Joint Publications 1-02).

7). Raymond J. Hufnagel, Jr., "Achieving Interoperability Between Multiservice and Multinational C2 Systems". In Viny DiGirolamo(eds), *Naval Command and Control: Policy, Programs, People & Issues*, AFCEA International Press, Fairfax, VA, 1991, pp351~357.

사하며, 환경에 새로운 가능성을 추가하는 방법을 기술한 표준환경, 표준기성제품(Off-the-Shelf)요소, 프로그래밍 표준을 제공하며 개념구조는 <그림 2>에서 설명하고 있다.



<그림 2> 공통운영환경 개념구조

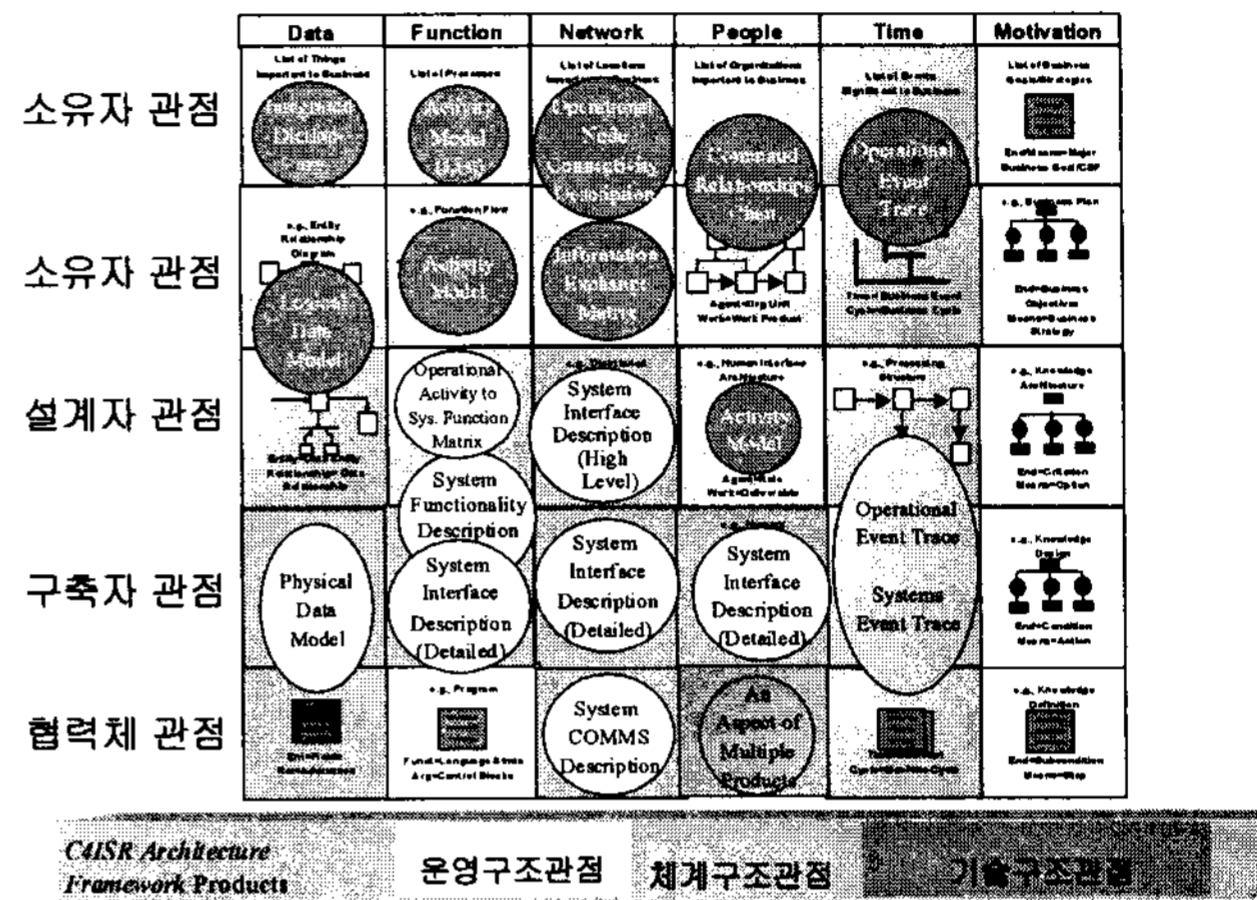
윈도우 패러다임은 적절하게 설계된 응용 프로그램이 동일한 환경 안에서 상호 공존하며 작동되는 시스템의 연합체(Federation of Systems)를 구성하는 것이다. 그러나 이와 같이 단순한 응용프로그램 간의 공존만으로는 충분하지 못하며, 응용프로그램 간의 데이터 공유가 가능해야 한다. 공통운영환경은 응용프로그램들이 서버 수준에서 데이터를 공유하는 진실한 체계 통합(Systems Integration)을 허용하도록 윈도우 패러다임을 확장한 개념이므로 체계기반으로서, 아키텍처로서, 그리고 구현 전략이라는 관점에서 고찰할 필요가 있다.

### 3. C4ISR 구조와 Zachman 구조의 관계

Zachman 구조는 기업을 묘사하고 분석할 수 있도록 구성된 매트릭스 형태로 기업을 고찰하는 하나의 방법으로, 매트릭스의 열(Column)은 강조할 수 있는 기업의 다양한 측면을 기술하며 행(Row)은 열에 기술된 기업의 개별 모습에 대해 다양한 관점을 나타낸다.<sup>8)</sup> 따라서 매트릭스를 구성하는 각 칸(Cell)은 특정한 관점에서 추출된 기업의 모습을 나타낸다. 이와 같은 Zachman 구조를 이용하

8). John A. Zachman. *A Framework for Information Systems Architecture*. IBM Systems Journal, 26(3): 276-291, 1987).

여 구조설계자는 목적에 따라 적절한 매트릭스의 칸들을 선택하여 분석을 할 수 있다. <그림 3>은 C4ISR 구조의 3가지 관점에 따라 개별 관점별로 작성된 산출물을 상응하는 Zachman 매트릭스의 개별 칸들에 할당한 예를 보여주고 있다.



<그림 3> C4ISR 구조의 Zachman 구조로 변환 예

P. Kathie Sowell, *The C4ISR Architecture Framework: History, Status, and Plans for Evolution*, 5th ICCRTS, <http://www.itpolicy.gsa.gov/mke/archplus/ccrtsymposium.doc>

여기에서 주의해야 할 점은 Zachan 구조가 적용되는 규칙과 표준 자체의 명확한 모델링을 요구하지 않으므로 기술구조관점의 산출물이 할당되지 않고 있다는 점이다. 이와 같이 C4ISR 구조의 산출물을 Zachman 매트릭스의 칸에 할당하는 방법을 통해서 C4ISR 구조를 이용하여 민간부문의 기업조직 특성을 모델링하는 정형화된 방식 및 지침을 제공할 수 있다.

### 4. 결론

현재 추진하고 있는 국방정보화 및 군사혁신으로 인해 정보통신기술을 기반으로 하는 소프트웨어 및 하드웨어를 위주로 하는 군사력 건설이 지속적으로 진행될 전망에 있다. 예로써 현재 육, 해, 공군의 전술C4I체계 구축이 대규모 개발사업으로 진행되고 있으며, 향후에 전략C4I체계 구축사업 및 다양한 지원분야의 정보체계 구축사업이 추진될 것이다. 이에 따라 정보통신기술 투자효과(ROI: Return of Investment)와 상호운용성이 보장되는 효율적 체계통합에 대해 국방분야 의사결정자 및 실무진의 관심이 점차 높아지고 있다.



이러한 추세에 따라 민간 기업의 폭넓은 국방정보체계개발사업 참여가 점차 증가할 것으로 예상되며, 국방분야에서 채택한 C4ISR체계 구조설계방법에 대한 연구 또한 가속화 될 것이며, 관련된 민간 기업의 구조설계기술이 성숙되고 축적될 것으로 판단된다. 따라서 이와 같이 축적된 기술을 민간기업조직 지체에 적용하여 조직의 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

### [참고문헌]

- [1]. 최신용, “정보사회와 권력관계의 변화,” 박재창 편저 『정보사회와 정치과정』 (서울: 비봉출판사, 1993), p.35.
- [2]. Vadm Arthur K. Cebrowski, USN, and John J. Garstaka, Network Centric Warfare: Its Origin and Future , *Proceedings of the Naval Institute* 124:1 (January 1998): pp28~35.8).
- [3]. Joint Chiefs of Staff, “*Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*”, as amended through December 7, 1998(Joint Publ-02).
- [4]. Raymond J. Hufnagel, Jr., “*Achieving Interoperability Between Multiservice and Multinational C2 Systems.*” In Viny DiGirolamo(eds), *Naval Command and Control : Policy, Programs, People & Issues*, AFCEA International Press, Fairfax, VA, 1991, pp351~357.
- [5]. John A Zachman. *A Framework for Information Systems Architecture*. IBM Systems Journal, 26(3): 276-291, 1987.
- [6]. P. Kathie Sowell, The C4ISR Architecture Framework: History, Status, and Plans for Evolution, 5th ICCRTS,

<http://www.itpolicy.gsa.gov/mke/archplus/ccrtsymposium.doc>